

**BIOMONITORING SUNGAI BRANTAS HULU MENGGUNAKAN
MAKROINVERTEBRATA DI KECAMATAN BUMIAJI, KOTA BATU
JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh:

**ULFIA FITRIA SARI
NIM. 145080100111018**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

**BIOMONITORING SUNGAI BRANTAS HULU MENGGUNAKAN
MAKROINVERTEBRATA DI KECAMATAN BUMIAJI, KOTA BATU
JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih
Gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:

**ULFIA FITRIA SARI
NIM. 145080100111018**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018
SKRIPSI**

**BIOMONITORING SUNGAI BRANTAS HULU MENGGUNAKAN
MAKROINVERTEBRATA DI KECAMATAN BUMIAJI, KOTA BATU
JAWA TIMUR**

Oleh :

**ULFIA FITRIA SARI
NIM. 145080100111018**

**telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal :
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dosen Pembimbing I


Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si
NIP. 19730702 200501 2 001

Tanggal : 23 OCT 2018

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Mulyanto, M.Si
19600317 198602 1 001

Tanggal : 23 OCT 2018


Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP


Dr. Ir. M. Firdaus, MP
NIP. 19680919 200501 1 001

Tanggal : 23 OCT 2018

IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **BIOMONITORING SUNGAI BRANTAS HULU
MENGUNAKAN MAKROINVERTEBRATA DI
KECAMATAN BUMIAJI, KOTA BATU, JAWA TIMUR**

Nama Mahasiswa : ULFIA FITRIA SARI

NIM : 145080100111018

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si

Pembimbing 2 : Dr. Ir. Mulyanto, M.Si

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Dosen Penguji 1 : Dr. Uun Yanuhar, S.Pi., M.Si

Dosen Penguji 2 : Evelin Dewi Lusiana, S.Si., M.Si

Tanggal Ujian : 5 Oktober 2018

RINGKASAN

ULFIA FITRIA SARI, Skripsi tentang Biomonitoring Sungai Brantas Hulu Menggunakan Makroinvertebrata di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur (di bawah bimbingan **Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si** dan **Dr. Ir. Mulyanto, M.Si**)

Sungai merupakan perairan mengalir yang memiliki ciri berupa arus yang searah dan relatif kencang yang dipengaruhi oleh waktu, iklim dan pola aliran. Sungai Brantas Hulu merupakan sungai yang memiliki sumber dari Sumber Brantas Arboretum, Kota Batu. Sebagian besar aliran sungai terdapat banyak aktivitas di sekitar sungai seperti permukiman, pertanian, perkebunan dan peternakan yang menghasilkan sumbangan limbah yang berdampak pada penurunan kualitas air sungai. Adanya aktivitas disekitar sungai dapat mempengaruhi kondisi ekosistem suatu perairan, sehingga diperlukan suatu pemantauan lingkungan salah satunya dengan menggunakan makroinvertebrata.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui komposisi makroinvertebrata dan menentukan status kualitas air Sungai Brantas Hulu. Kegunaan dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber informasi keilmuan dan bahan tambahan materi perkuliahan tentang makroinvertebrata dan rujukan dalam penentuan kebijakan pengelolaan sumberdaya lingkungan perairan secara terpadu.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Pengambilan sampel makroinvertebrata dilakukan dengan menggunakan kicking net ukuran mata jaring 500 μ m. Pengambilan sampel dilakukan selama 3 minggu dengan 3 kali ulangan. Stasiun pengamatan berjumlah 5 stasiun. Analisis data pengamatan makroinvertebrata menggunakan indeks BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) dilanjutkan dengan perhitungan ASPT (*Average Score Per Taxon*).

Makroinvertebrata yang ditemukan di Sungai Brantas Hulu terdiri atas 8 famili (Lumbricullidae, Baetidae, Simuliidae, Chironomidae, Planaridae, Hydropsychidae, Hydrophilidae, dan Psychimidae), yang merupakan anggota dari 6 Ordo (Lumbricullidae, Ephemeroptera, Diptera, Planaria, Coleoptera, Trichoptera) dan 2 Kelas (Oligochaeta dan Insekta). Jumlah famili terendah didapat pada stasiun 4 sejumlah 3 famili, sedangkan jumlah famili tertinggi didapat pada stasiun 3 yaitu sejumlah 6 famili. Hasil analisis indeks BMWP dan perhitungan ASPT Sungai Brantas Hulu Kecamatan Bumiaji pada Maret 2018 diperoleh 2,67 – 4,83, menunjukkan bahwa kondisi perairan termasuk dalam kategori perairan cukup bersih (sedang) sampai tercemar. Nilai ASPT tertinggi didapat pada stasiun 3, nilai ASPT terendah didapat pada stasiun 4.

Saran dari penelitian ini adalah perlu adanya penelitian lanjutan mengenai makroinvertebrata dengan metode analisis, serta pengukuran parameter pencemaran yang lain di Sungai Brantas Hulu, serta ditambah wilayah administrasi kawasannya tidak hanya di satu kecamatan.

KATA PENGANTAR

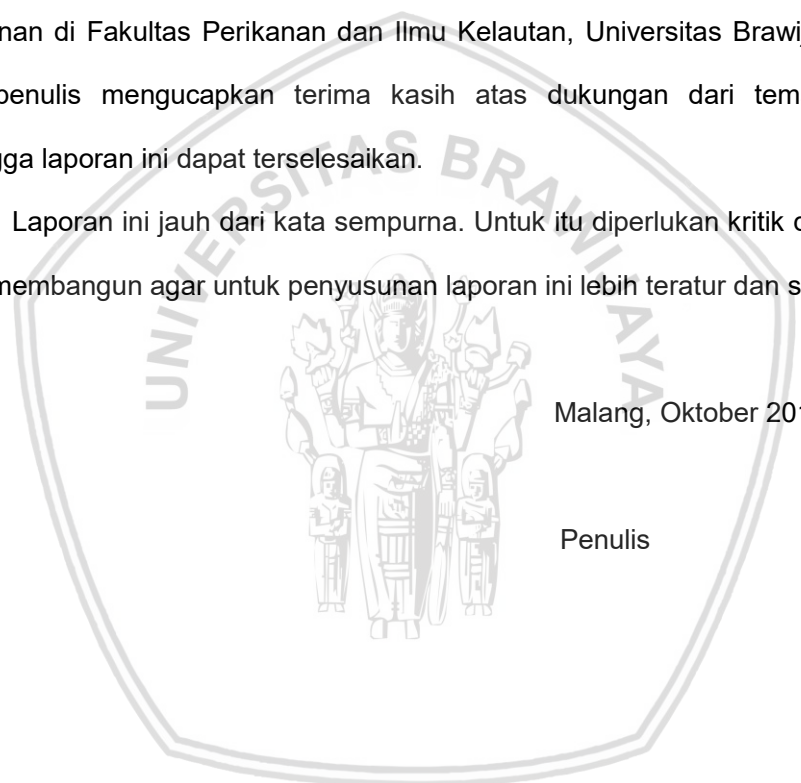
Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkah dan rahmat-Nya, sehingga laporan skripsi yang berjudul **“Biomonitoring Sungai Brantas Hulu Menggunakan Makroinvertebrata Di Kecamatan Bumiaji Kota Batu Jawa Timur”** dapat terselesaikan.

Laporan ini disusun sebagai persyaratan untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dari teman-teman sehingga laporan ini dapat terselesaikan.

Laporan ini jauh dari kata sempurna. Untuk itu diperlukan kritik dan saran yang membangun agar untuk penyusunan laporan ini lebih teratur dan sistematis.

Malang, Oktober 2018

Penulis



DAFTAR ISI

Contents

RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	5
1.4 Kegunaan	6
1.5 Tempat dan Waktu	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Sungai	7
2.2 Makroinvertebrata	7
2.2.1 <i>River Continuum Concept (RCC)</i>	8
2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kehidupan Makroinvertebrata	10
2.3.1 Kecepatan Arus	10
2.3.2 Tipe Substrat	11
2.3.3 Suhu	11
2.3.4 Derajat Keasaman (pH)	12
2.3.5 Oksigen Terlarut (DO)	12
2.3.6 Total Bahan Organik (TOM)	13
2.3.7 Amonia (NH ₃)	14
2.3.8 Total Padatan Tersuspensi (TSS)	14
2.3.9 Nitrat (NO ₃)	15
2.3.10 Orthofosfat (PO ₄ ³⁻)	15
2.4 Biomonitoring Sungai	16
2.5 <i>Biological Monitoring Working Party (BMWP)</i>	17
3. METODE PENELITIAN	19

3.1 Materi Penelitian	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.3 Metode Penelitian	19
3.4 Penentuan Stasiun Pengambilan Sampel	20
3.5 Teknik Pengambilan Sampel	21
3.5.1. Komunitas Makroinvertebrata (Arisandi, 2012)	21
3.5.2 Kecepatan Arus (Rahayu <i>et al.</i> , 2009)	21
3.5.3. Substrat Dasar (Effendi, 2003)	22
3.5.4 Suhu Air (Suprpto, 2011)	23
3.5.5 Derajat Keasaman " <i>Power of hydrogen</i> "(pH) (Suprpto, 2011)	23
3.5.6 Oksigen Terlarut " <i>Dissolved Oxygen</i> " (DO) (Suprpto, 2011)	23
3.5.7 Total Bahan Organik (TOM) (Hariyadi <i>et al.</i> , 1992)	24
3.5.8 Amonia (Brotowidjoyo <i>et al.</i> , 1995)	25
3.5.9 Padatan Tersuspensi Total (TSS) (Tarigan dan Edward, 2003)	25
3.6.10 Nitrat (NO_3^-) (Brotowidjoyo <i>et al.</i> , 1995)	26
3.5.11 Orthofosfat (PO_4^{3-}) (Hariyadi <i>et al.</i> , 1992)	26
3.7 Analisis Data	27
3.7.1 Kepadatan Relatif (KR)	27
3.7.2 <i>Biomodifikasi Monitoring Working Party</i> (BMWP)	27
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian	28
4.1.1 Stasiun 1	28
4.1.2 Stasiun 2	29
4.1.3 Stasiun 3	30
4.1.4 Stasiun 4	30
4.1.5 Stasiun 5	31
4.2 Parameter Lingkungan	32
4.2.1 Hubungan Oksigen terlarut dan Kecepatan Arus	32
4.2.2 Hubungan Oksigen Terlarut dan Suhu	34
4.2.3 Hubungan Oksigen Terlarut dan Bahan Organik Total	34
4.2.4 Hubungan Amonia dan Nitrat	35
4.2.5 Hubungan Amonia dan Orthofosfat	35

4.2.5 Derajat Keasaman (pH).....	38
4.2.10 Total Padatan Tersuspensi (TSS).....	40
4.6 Makroinvertebrata	42
4.6.1 Komposisi Makroinvertebrata	42
4.6.2 Analisis Indeks Modifikasi-BMWP (<i>Biological Monitoring Working Party</i>).....	49
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN	57



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jenis Makroinvertebrata Berdasarkan Tipe Substrat	11
Tabel 2. Stasiun Pengambilan Sampel	20
Tabel 3. Klasifikasi Sedimen Berdasarkan Ukuran Partikel (Effendi, 2003).....	22
Tabel 4. Kategori dari Nilai ASPT.....	27
Tabel 5. Jumlah dan Kepadatan Relatif Makroinvertebrata per Famili	60
Tabel 6. Analisis BMWP-ASPT.....	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bagan Alur Rumusan Masalah.....	4
Gambar 2. Diagram Konsep Kontinuitas Sungai.....	9
Gambar 3. Aliran Sungai Brantas di Coban Talun pada Maret 2018.....	29
Gambar 4. Aliran Sungai Brantas di Dusun Kekep pada Maret 2018.....	29
Gambar 5. Aliran Sungai Brantas di Dusun Ngesong (Stasiun 3).....	30
Gambar 6. Aliran Sungai Brantas di Dusun Kungkuk pada Maret 2018.....	31
Gambar 7. Aliran Sungai Brantas di Dusun Sukorembug pada Maret 2018	31
Gambar 8. Hubungan Oksigen Terlarut dan Kecepatan Arus Sungai Brantas Hulu pada Maret 2018	32
Gambar 9. Hubungan DO-Suhu dengan Teori Boyd di Sungai Brantas Hulu pada Maret 2018	33
Gambar 10. Hubungan Oksigen Terlarut & Total Bahan Organik di Sungai Brantas Hulu pada Maret 2018	34
Gambar 11. Hubungan Amonia-Nitrat Sungai Brantas Hulu pada Maret 2018 ...	35
Gambar 12. Hubungan Amonia-Orthofosfat Sungai Brantas Hulu pada Maret 2018.....	35
Gambar 13. Derajat Keasaman Sungai Brantas Hulu pada Maret 2018.....	39
Gambar 14. TSS Sungai Brantas Hulu pada Maret 2018	40
Gambar 15. Jumlah Taksa per Stasiun di Sungai Brantas Hulu pada Maret	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian	57
Lampiran 2. Denah Stasiun Pengambilan Sampel.....	59
Lampiran 3. Indeks BMWP	70
Lampiran 4. Jumlah Kepadatan Relatif Makroinvertebrata	60
Lampiran 5. Makroinvertebrata Sungai Brantas Hulu Feb-Mei 2018	60
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian di Sungai Brantas Hulu	63



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ekosistem air yang terdapat di daratan secara umum dibagi dua yaitu *lentic water* atau perairan tenang misalnya danau, rawa dan waduk; dan *lotic water* atau perairan berarus misalnya sungai (Barus, 2003). Menurut Lensun dan Tumembouw (2013), sungai mempunyai sifat terbuka artinya mudah mendapat pengaruh dari luar, hal ini dapat mempengaruhi komunitas yang hidup di dalamnya. Ekosistem sungai merupakan habitat bagi biota air yang keberadaannya sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya.

Kondisi kualitas air pada perairan sungai sangat berkaitan dengan aktivitas manusia yang ada di sekitarnya. Menurut Agustiniingsih *et al.* (2012), kondisi kualitas air pada aliran sungai merupakan dampak buangan dari penggunaan lahan. Perubahan tata guna lahan menjadi lahan pertanian dan permukiman serta meningkatnya aktivitas industri akan memberikan dampak terhadap kondisi hidrologis dalam aliran sungai. Berbagai aktivitas manusia akan menghasilkan limbah, sehingga berbagai kegiatan di sekitar badan sungai yang membuang limbahnya langsung ke aliran sungai menyebabkan penurunan kualitas air sungai. Penurunan tersebut akan berdampak pada status kesehatan dan kondisi kehidupan biota-biota sungai di dalamnya.

Menurut Miller (1990) *dalam* Tjokrokusumo (2006), pengkajian kualitas air menggunakan biota perairan telah diterapkan di Eropa Barat sejak tahun 1848, tetapi baru awal abad ke-20 mulai dilirik dan dikembangkan di Eropa. Kemudian pada pertengahan abad ke-20 kemungkinan penggunaan organisme sungai sebagai indikator polusi perairan memperoleh pertimbangan yang serius di Britania (Inggris), usulan studi lebih lanjut yang lebih mendalam untuk membuat hal ini menjadi mungkin yaitu menggunakan hewan dan tanaman air sebagai bukti

langsung dari suatu dampak polusi dan tidak hanya menggantungkan secara keseluruhan analisis pengukuran fisik-kimia air yang sifatnya tidak secara langsung berdampak pada kehidupan flora dan fauna yang hidup di dalam air.

Menurut Wilhm (1975) dalam Tjokrokusumo (2006), hewan air yang dapat digunakan sebagai indikator biologis adalah dari jenis hewan air ganggang (*algae*), bakteri, protozoa, makroinvertebrata, dan ikan (*fish*). Jenis hewan air yang paling baik dan cocok digunakan sebagai indikator biologis dan ekologis adalah dari grup makroinvertebrata, karena adanya faktor preferensi habitatnya dan juga mobilitasnya yang relatif rendah menyebabkan makhluk hidup ini dapat digunakan sebagai makhluk hidup yang keberadaannya sangat dipengaruhi secara langsung oleh semua bahan yang masuk ke dalam lingkungan lahan perairan sungai. Kelimpahan makroinvertebrata sangat bergantung pada faktor lingkungan baik dari daratan maupun perairan yang berdampak pada kestabilan ekosistem sungai.

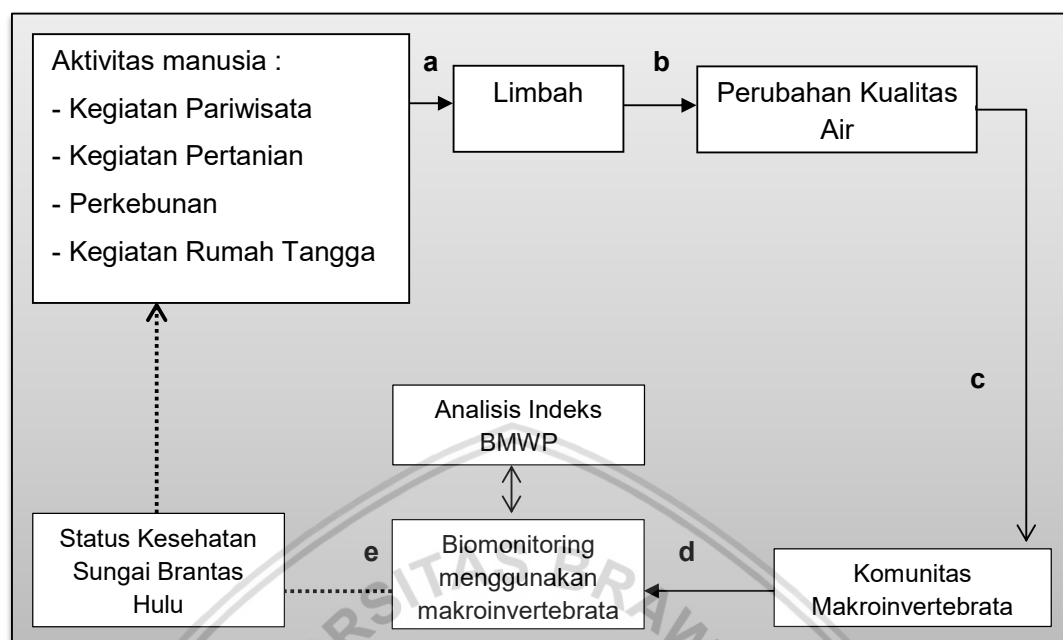
Adanya pengaruh lingkungan terhadap keberadaan makroinvertebrata di perairan, dapat menjadikannya sebagai indikator lingkungan perairan sungai. Kelimpahan makroinvertebrata telah terbukti lebih sensitif terhadap perubahan lingkungan dibanding biota akuatik lainnya sehingga dapat dijadikan sebagai pemantauan lingkungan secara biologis. Pemantauan secara biologik dapat dilakukan melalui studi biomonitoring. Menurut Rumahlatu (2012), biomonitoring adalah suatu proses evaluasi menggunakan spesies tertentu yang dapat memberikan informasi terkait dengan status/kualitas suatu lingkungan. Hal yang paling fundamental dari penggunaan metode biomonitoring adalah bahwa organisme hidup dapat merefleksikan kondisi lingkungan tempat hidupnya sehingga jika terjadi perubahan pada beberapa aspek lingkungan maka akan berimplikasi pada organisme tersebut. Selain itu juga biomonitoring memiliki

keunggulan yang terintegrasi sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dan manajemen lingkungan serta penilaian tingkat resiko (*risk assessment*) lingkungan. Selain itu, secara teknik lebih mudah dilakukan, lebih cepat dan dapat memberikan peringatan secara dini terhadap kondisi perairan sungai. Dengan demikian diharapkan metode biomonitoring dapat memberikan informasi yang komprehensif terkait dengan kondisi lingkungan.

Pada sebagian besar aliran Sungai Brantas Hulu terdapat banyak aktivitas di sekitar sungai tersebut seperti permukiman, pertanian, perkebunan dan pariwisata. Aktivitas yang terdapat di sekitar sungai tersebut, dapat mempengaruhi kondisi kualitas air dan kehidupan makroinvertebrata yang berdampak pada kondisi ekosistem suatu perairan. Oleh karena itu, diperlukan adanya pemantauan makroinvertebrata pada Sungai Brantas Hulu untuk mengetahui kondisi kualitas perairan di sungai tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Perubahan tata guna lahan di daerah sekitar Sungai Brantas Hulu seperti pariwisata, pertanian, dan rumah tangga dapat memberikan pengaruh terhadap kondisi hidrologis sungai, dimana limbah yang dihasilkan masuk ke dalam perairan secara langsung dapat menyebabkan penurunan kualitas air sungai. Penurunan tersebut akan berdampak pada status kesehatan dan kondisi kehidupan biota-biota sungai di dalamnya. Berdasarkan masalah tersebut, penelitian ini dilakukan untuk monitoring kualitas air secara biologis dengan melihat keberadaan kelompok organisme petunjuk (bioindikator) yang hidup di dalam sungai, pada penelitian ini bioindikator yang digunakan adalah makroinvertebrata. Bagan alur rumusan masalah disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan Alur Rumusan Masalah

—> Identifikasi Masalah
> Solusi

Keterangan :

- (a) Aktivitas manusia yang terdapat di sekitar Sungai Brantas Hulu diidentifikasi antara lain kegiatan wisata Coban Talun dan Selekt, pemukiman (rumah tangga), pertanian dan perkebunan (wortel, bawang, jeruk, bunga, kacang tanah, lombok, gubis, sawi). Hal tersebut menghasilkan limbah dari penggunaan pupuk pertanian serta aktivitas rumah tangga MCK (mandi, cuci, kakus) dan pariwisata yang dapat menyebabkan perubahan ekosistem sungai.
- (b) Perubahan ekosistem sungai ditandai dengan adanya perubahan faktor nir air yaitu kecepatan arus dan tipe substrat, faktor kualitas air yang terdiri dari faktor fisika yaitu suhu air dan TSS (Total Suspended Solid) serta faktor kimia yaitu derajat keasaman "*Power of the Hydrogen*" (pH), oksigen terlarut

“Dissolved Oxygen” (DO), total bahan organik “Total Organic Matter” (TOM), amonia, nitrat, dan orthofosfat.

- (c) Perubahan kualitas air akan menimbulkan perubahan pada komunitas makroinvertebrata yang ada di perairan sungai. Kecepatan arus memiliki pengaruh pada tipe substrat dasar perairan sebagai habitat dari makroinvertebrata. Kecepatan arus berpengaruh pada sebaran makroinvertebrata di perairan. Tipe substrat dasar dapat menentukan jenis dan sifat dari makroinvertebrata yang hidup di perairan tersebut.
- (d) Biomonitoing menggunakan makroinvertebrata, perubahan yang ditunjukkan dari komunitas makroinvertebrata dapat digunakan sebagai penduga status kesehatan Sungai Brantas Hulu di Kecamatan Bumiaji.
- (e) Hasil analisis modifikasi indeks “*Biomodifikasi Monitoring Working Party*” (BMWP) pada sungai dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi sungai secara menyeluruh yang dipengaruhi dari aktifitas masyarakat sekitar dan sebagai umpan balik untuk perencanaan pengelolaan sungai secara terpadu.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk menentukan status perairan Sungai Brantas Hulu melalui analisis BMWP-ASPT dan parameter kualitas air.
2. Untuk mengetahui komunitas makroinvertebrata di Sungai Brantas Hulu.

1.4 Kegunaan

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah:

1. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan

Sebagai sumber informasi keilmuan dan bahan tambahan materi perkuliahan tentang makroinvertebrata serta kondisi lingkungan perairan di Sungai Brantas Hulu, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu.

2. Pemerintah

Sebagai sumber informasi dan rujukan dalam penentuan kebijakan pengelolaan sumberdaya lingkungan perairan secara terpadu.

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Sungai Brantas Hulu Kecamatan Bumiaji, Kota Batu (lihat lampiran 1) pada bulan Maret – Mei 2018, pengukuran sampel kualitas air di Laboratorium UPT Perikanan Air Tawar Sumberpasir dan Laboratorium Hidrobiologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

Menurut Effendi (2003), sungai adalah perairan yang dicirikan oleh arus yang searah dan relatif kencang dengan kecepatan berkisar antara 0,1 – 1,0 m/detik. Pada perairan sungai biasanya terjadi pencampuran massa air secara menyeluruh dan tidak terbentuk stratifikasi vertikal kolom air. Menurut Wijaya (2009), sungai secara spesifik terbagi dalam dua ekosistem yaitu perairan yang berarus cepat dan berarus lambat. Sungai yang berarus cepat dikarakteristikan oleh tipe substrat berbatu dan berkerikil, sedangkan sungai yang berarus lambat dikarakteristikan dengan tipe substrat berpasir dan berlumpur.

Menurut Kordi dan Tancung (2010), sebuah sungai dibedakan menjadi hulu, hilir dan muara. Sungai bagian hulu dicirikan dengan arus yang cepat, badan yang dangkal dan sempit, tebing curam dan tinggi, berair jernih serta mempunyai populasi biota air sedikit. Sungai bagian hilir umumnya arus airnya lebih lambat, badan air lebih lebar, keruh serta populasi biota yang banyak tapi kurang bervariasi setiap jenisnya. Pada bagian muara yang berbatasan dengan laut, memiliki ciri berupa arus air yang mengalir sangat lambat, tebing yang landai dan dangkal, badan air dalam, keruh, selain itu populasi biota air di muara relatif banyak dan lebih bervariasi.

2.2 Makroinvertebrata

Menurut Widayanto dan Sulistyarsi (2016), makroinvertebrata merupakan hewan tidak bertulang belakang yang hidup pada dasar air laut atau air sungai yang menempel pada air maupun lumpur. Hewan ini hidup melekat pada substrat dan mobilitasnya rendah sehingga pergerakannya pasif, keberadaannya sangat dipengaruhi secara langsung oleh semua bahan yang masuk ke dalam lingkungan

lahan perairan. Disamping itu makroinvertebrata juga sangat mudah untuk diidentifikasi dan diamati secara mikroskopis (dapat dilihat secara visual dan lolos saringan berukuran $>200-500\ \mu\text{m}$), dianalisa, dan diawetkan atau disimpan.

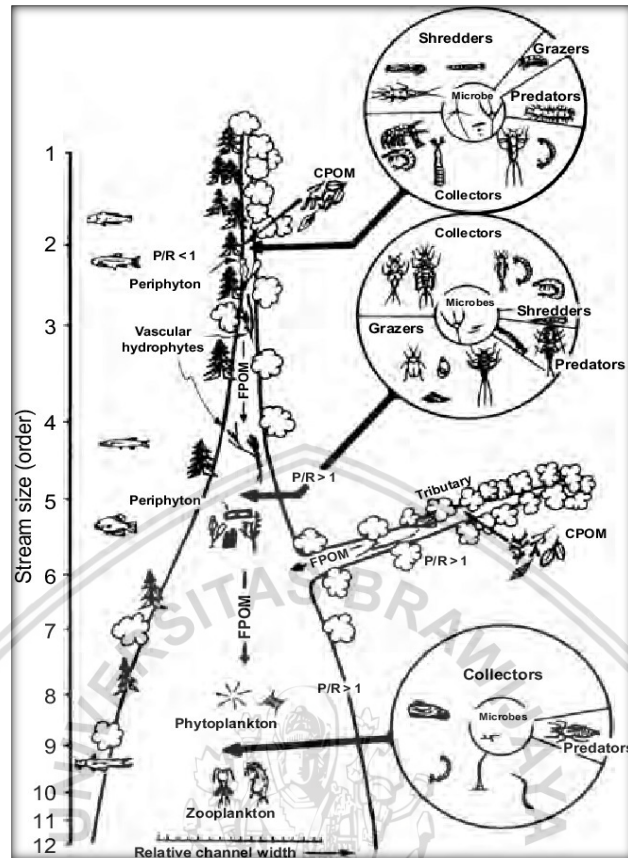
Makroinvertebrata terdiri atas larva Plecoptera (stonefly), larva Tricoptera (*caddisfly*), larva Ephemeroptera (*mayfly*), Plathelminthes (cacing pipih), larva Odonata (capung), Crustacea (udang-udangan), Mollusca (siput dan kerang), Hydracarina (laba-laba air), larva Hemiptera (kepik), Coleoptera (kumbang), Hirudina (lintah), Oligochaeta (cacing) dan larva Diptera (nyamuk dan lalat). Jenis makroinvertebrata seperti insekta, cacing, siput (*mollusca*) dan krustasea (*crustacean*) dapat diamati dengan mata telanjang, tanpa bantuan alat mikroskopis dan banyak dijumpai di dalam air sehingga dapat digunakan sebagai barometer kehidupan di dalam air. Apabila dalam lingkungan air terjadi perubahan kondisi, maka akan berpengaruh pada kehidupan makrobenthos secara bertahap yang tergantung dari daya adaptasi atau toleransinya terhadap bahan polusi (Tjokrokusumo, 2006).

Menurut Hakim dan Trihardiningrum (2012), makrobenthos dapat dijadikan sebagai bioindikator dengan dasar pemilihan yaitu:

- a. Sangat peka terhadap perubahan kualitas air tempat hidupnya
- b. Dapat ditemukan hampir di semua perairan
- c. Memiliki jenis yang cukup banyak dan dapat memberikan respon yang berbeda terhadap gangguan
- d. Memiliki pergerakan yang terbatas

2.2.1 River Continuum Concept (RCC)

Menurut Vannote *et al.* (1980), komunitas makroinvertebrata di sungai yang masih bersifat alami bervariasi dari hulu ke bagian hilir sesuai "River Continuum Concept" (RCC) (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Diagram Konsep Kontinuitas Sungai

Menurut Vannote *et al.* (1980), komposisi komunitas makroinvertebrata ditentukan oleh perbedaan ukuran partikel organik dan ratio antara fotosintesis (P) dan respirasi (R). Di bagian hulu, di mana terdapat input partikel organik berukuran kasar “Coarse Partikulate Organic Matter” (CPOM) yang tinggi dan ratio $P/R < 1$, komposisi makroinvertebrata didominasi oleh kelompok kolektor, diikuti oleh beberapa “shredders”, predator, dan “grazers”. Di bagian yang lebih hilir, di mana orde sungai meningkat, kadar partikuler organik berukuran halus “Fine Particulate Organic Matter” (FPOM) meningkat dan $P/R > 1$. Di daerah yang bersifat autotrofik ini komposisi komunitas makroinvertebrata bergeser menjadi kolektor “grazer” – predator – “shredders”. Sedangkan di bagian hilir di mana terdapat lebih banyak

FPOM dan $P/R < 1$, komunitas makroinvertebratanya didominasi oleh kolektor, diikuti predator.

2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kehidupan Makroinvertebrata

2.3.1 Kecepatan Arus

Menurut Suwono (2012), arus merupakan pergerakan massa air baik secara vertikal maupun horisontal. Kecepatan arus pada perairan lotik dapat mengalami perubahan yang bergantung pada substrat, kemiringan dasar, musim, debit air, luas permukaan dan tipe alur sungai. Tingkat kecepatan arus pada perairan mengalir berpengaruh pada kondisi substrat dasar pada perairan.

Variasi kecepatan arus sangat bergantung pada tingkat kecepatan aliran air. Berdasarkan pendapat dari Yunitawati *et al.* (2012), tipe-tipe arus perairan terbagi menjadi 4 tipe diantaranya: arus sangat cepat 0,5 – 1 m/detik, arus sedang 0,2 – 0,5 m/detik, arus lambat 0,1 – 0,2 m/detik dan arus sangat lambat $< 0,1$ m/detik. Dari tipe arus tersebut dapat berpengaruh pada tingkat sedimentasi dan variasi makroinvertebrata di perairan. Arus merupakan faktor yang membatasi penyebaran makroinvertebrata, dimana kecepatan arus ini akan mempengaruhi tipe atau ukuran substrat dasar perairan yang merupakan tempat hidup bagi makroinvertebrata (Odum, 1993). Variasi dari kecepatan arus menyebabkan adanya bentuk adaptasi khusus dari tiap-tiap jenis makroinvertebrata. Bentuk adaptasi dari makroinvertebrata di perairan diantaranya: memiliki bentuk tubuh datar dan lurus, memiliki pengait, mempunyai bentuk kecil, menghasilkan cairan sebagai tempat melekat pada substrat dan membuat sarang dari pasir dan bebatuan.

2.3.2 Tipe Substrat

Substrat perairan pada masing-masing tipenya dapat menentukan komposisi jenis kepadatan dan pola sebaran makroinvertebrata. Substrat dasar perairan merupakan salah satu potensi abiotik yang berguna sebagai habitat, tempat mencari makan, dan memijah bagi sebagian besar organisme akuatik. Selain itu dasar perairan memiliki komposisi yang sangat kompleks mulai dari substrat berukuran kecil sampai batu-batuan. (Ningsih *et al.*, 2013). Menurut Setiarini (2007), ditemukan makroinvertebrata dengan tipe substrat yang berbeda

Tabel 1. Jenis Makroinvertebrata Berdasarkan Tipe Substrat

No.	Makroinvertebrata	Tipe Substrat
1.	Glossosomatidae, Tabanidae, Culicidae, dan <i>Chironomous thummi</i>	Pasir, kerikil, dan lumpur
2.	Odontocoridae, Gyrinidae dewasa, Helodidae, dan Stratiomyidae	Pasir, kerikil, dan lumpur
3.	Cordulegasteridae, Zygoptera sp. dan Psychodidae	Kerikil, pasir, dan batu kecil
4.	Caenidae dan Lumbriculidae	Kerikil, pasir, batu kecil dan lumpur
5.	Hydroptilidae, Trichoptera sp. dan Gomphidae	Pasir dan kerikil

2.3.3 Suhu

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas dingin suatu benda dan alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah thermometer. Suhu yang masuk ke badan air dipengaruhi oleh intensitas dan kualitas cahaya yang masuk ke dalam air. Faktor yang mempengaruhi suhu adalah musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran, serta kedalaman badan air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air (Effendi, 2003).

Semakin tinggi suhu air, semakin tinggi pula laju metabolisme suatu organisme yang berarti semakin besar konsumsi oksigennya, padahal kenaikan suhu tersebut bahkan mengurangi daya larut oksigen dalam air. Setiap kenaikan suhu 10°C akan mempercepat laju reaksi kimia sebesar 2 kali (Kordi dan Tancung, 2007). Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu yang baik bagi pertumbuhannya. Perubahan suhu air memberikan pengaruh besar dalam kehidupan termasuk pada makroinvertebrata.

2.3.4 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman merupakan logaritma dari kepekatan ion-ion H (hidrogen) yang terlepas dalam suatu cairan. Nilai pH pada perairan mengalami perubahan sepanjang hari karena aktivitas fotosintesis dan respirasi. Perubahan nilai pH akan mempengaruhi kandungan CO_2 dan O_2 pada perairan (Kordi dan Tancung, 2010).

Menurut Effendi (2003), perairan dengan nilai pH = 7 adalah netral, pH < 7 dikatakan kondisi perairan bersifat asam, sedangkan pH > 7 dikatakan kondisi perairan bersifat basa. Sebagian besar biota akuatik seperti makroinvertebrata mengalami penurunan pada tingkat keragaman dan kelimpahan saat nilai pH rendah.

2.3.5 Oksigen Terlarut (DO)

Kadar oksigen terlarut di perairan sangat bervariasi sangat bergantung pada suhu dan ketinggian yang berpengaruh pada tekanan atmosfer. Semakin besar suhu dan ketinggian air, maka kadar oksigen terlarut semakin kecil. Kadar oksigen terlarut juga mengalami perubahan baik secara harian (*diurnal*) dan musiman. Fluktuasi kadar DO tersebut sangat bergantung pada pencampuran

(*mixing*) dan pergerakan massa air, fotosintesis, respirasi dan masuknya limbah ke badan air (Effendi, 2003).

Pada lingkungan perairan, oksigen yang dibutuhkan oleh organisme akuatik berupa oksigen dalam bentuk terlarut. Biota air membutuhkan oksigen untuk proses pembakaran yang menghasilkan energi. Kadar oksigen di perairan berpengaruh terhadap fungsi biologis dan pertumbuhan biota perairan (Kordi dan Tancung, 2010).

2.3.6 Total Bahan Organik (TOM)

TOM menggambarkan kandungan bahan organik total dalam suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi, dan koloid. Kandungan bahan organik akan mempengaruhi kelimpahan organisme yang menyebabkan terdapatnya organisme tertentu yang tahan terhadap kandungan bahan organik tersebut, sehingga terjadi dominansi oleh spesies tertentu di perairan (Hariyadi *et al.*, 1992).

Keberadaan bahan organik dapat berasal dari alam ataupun aktivitas rumah tangga dan industri. Adapun bahan organik terbagi dari tiga sumber utama antara lain (Effendi, 2003) :

1. Alam, yang meliputi minyak nabati dan hewani, lemak hewani, kanji, gula
2. Sintesis, yang meliputi semua bahan organik yang diproses oleh manusia
3. Fermentasi, yang meliputi alkohol, aseton, gliserol, antibiotika dan asam yang diperoleh dari aktivitas mikroorganisme

Menurut Nurracmi dan Marwan (2012) dalam Musthofa *et al.* (2014), makroinvertebrata erat kaitannya dengan tersedianya bahan organik yang terkandung dalam substrat. Bahan organik yang terkandung di perairan merupakan sumber nutrisi bagi biota yang pada umumnya terdapat pada substrat dasar.

2.3.7 Amonia (NH_3)

Menurut Silaban *et al.* (2012), ammonia di perairan bersumber dari hasil pemecahan nitrogen organik (nitrogen dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat di dalam tanah dan air, yang berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan hewan akuatik yang telah mati) oleh mikroba dan jamur dari limbah domestik (rumah tangga), dari industri dan buangan lainnya. Keberadaan ammonia sangat bergantung pada masukan bahan organik dan keadaan kualitas air.

Pada perairan terdapat dua bentuk ammonia yaitu ammonia bebas (NH_3) dan ammonia terionisasi (NH_4). Ammonia bebas (NH_3) lebih bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas ammonia akan meningkat apabila terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH dan suhu perairan. Pada umumnya ammonia jarang ditemukan pada perairan yang mendapat cukup pasokan oksigen. Sebaliknya, pada wilayah anoksik kadar amoniannya relatif tinggi pada dasar perairan (Effendi, 2003).

2.3.8 Total Padatan Tersuspensi (TSS)

Padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid* atau *TSS*) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter $> 1 \mu\text{m}$) yang tertahan pada saringan *milipore* dengan diameter pori $0,45 \mu\text{m}$. Padatan Tersuspensi Total (*TSS*) dapat meningkatkan kekeruhan sehingga akan mempengaruhi penetrasi cahaya matahari dan berpengaruh terhadap proses fotosintesis di perairan yang selanjutnya akan mengurangi pasokan oksigen terlarut dan meningkatkan pasokan karbondioksida di perairan *TSS* terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad – jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan perairan (Salmin, 2000).

Menurut Kementrian Lingkungan Hidup (2003) nilai *Total Suspended Solid* yang baik untuk perairan kelas II berada pada nilai ≤ 50 mg/L. Nilai *TSS* perairan yang cocok bagi perikanan harusnya berada pada nilai ≤ 80 mg/L (Effendi, 2003). Nilai *TSS* yang terlalu tinggi disuatu perairan dapat menghambatnya penetrasi cahaya yang masuk ke perairan dan dapat mempengaruhi fotosintesis.

2.3.9 Nitrat (NO_3)

Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami. Nitrat berasal dari ammonium yang masuk ke dalam badan sungai terutama melalui limbah domestik. Konsentrasi nitrat di dalam suatu perairan akan semakin berkurang bila semakin jauh dari titik pembuangan (Mustofa, 2015).

Menurut Brotowidjoyo *et al* (1995) nilai Nitrat (NO_3) yang baik di suatu perairan, bernilai kurang dari 10 mg/L, nilai tersebut merupakan nilai Nitrat yang baik untuk perairan tawar. Sedangkan menurut Kementrian Lingkungan Hidup (2003) standart nilai Nitrat untuk perairan tidak tercemar adalah berada dibawah 10 mg/L. Nilai tersebut merupakan batas dari baku mutu Nitrat di perairan dengan fungsi budidaya perikanan, dimana nilai Nitrat yang tidak tercemar diharuskan berada pada nilai ≤ 10 mg/L. Nitrat menyebabkan pencemaran di perairan, diantaranya menurunkan oksigen terlarut, penurunan populasi ikan, bau busuk dan rasa tidak enak.

2.3.10 Orthofosfat (PO_4^{3-})

Ortofosfat merupakan bentuk fosfat yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik, sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat terlebih dahulu sebelum dapat dimanfaatkan sebagai sumber fosfat. Ortofosfat yang merupakan produk ionisasi dari asam ortofosfat adalah bentuk fosfat yang paling sederhana di perairan (Aziz *et al.*, 2014).

Ortofosfat dapat bersumber dari air buangan penduduk dan industri yang menggunakan bahan deterjen yang mengandung ortofosfat, seperti industri pencucian, industri logam, air buangan penduduk dan sisa makanan yang dibuang secara langsung ke perairan (Purba *et al.*, 2015).

Kelebihan fosfat di perairan menyebabkan peristiwa peledakan pertumbuhan alga (eutrofikasi) dengan efek samping menurunnya konsentrasi oksigen dalam badan air sehingga menyebabkan kematian biota air. Alga yang muncul akibat kelebihan kadar fosfat adalah alga biru yang mampu memproduksi senyawa racun dan dapat meracuni badan air. Meskipun konsentrasi fosfat di badan air dikurangi, eutrofikasi masih dapat terjadi karena adanya mobilisasi fosfat dari sedimen melalui proses fisika, kimia dan biokimia (Rumhayati, 2010).

2.4 Biomonitoring Sungai

Pemantauan kualitas air dapat menggunakan indikator biologis dengan metode biomonitoring (Dwitawati *et al.*, 2015). Menurut Rumahlatu (2012), biomonitoring adalah suatu proses evaluasi menggunakan spesies tertentu yang dapat memberikan informasi terkait dengan status/kualitas suatu lingkungan. Selama beberapa dekade terakhir, biomonitoring telah banyak digunakan sebagai pendekatan untuk mengestimasi status pencemaran di berbagai lingkungan, seperti udara, tanah, sungai dan laut. Menurut Rumahlatu (2012), teknik/metode dalam program biomonitoring atau yang dikenal dengan variable-variabel biomonitoring, yaitu biomonitoring akumulasi (bioakumulasi), biomonitoring toksisitas, dan biomonitoring ekosistem. Menurut Hakim dan Trihardiningrum (2012) biomonitoring ekosistem sungai memiliki kelebihan seperti :

- a. Komunitas biologis dapat mencerminkan keseluruhan integritas ekologi (yaitu kimia, fisik, dan biologis).
- b. Komunitas biologis dapat mengintegrasikan tingkat toleransi yang berbeda.

- c. Komunitas biologis dapat mengintegrasikan adanya tekanan lingkungan dari waktu ke waktu.
- d. Pemantauan rutin terhadap komunitas biologis relatif lebih murah.
- e. Apabila kriteria dampak lingkungan yang spesifik tidak ada, maka komunitas biologis dapat menjadi satu-satunya cara praktis untuk evaluasi lingkungan

Kekurangan dari metode ini adalah:

- a. Tidak dapat diketahui secara spesifik polutan yang mempengaruhi kualitas lingkungan.
- b. Faktor lain yang mempengaruhi kehidupan komunitas biologis (seperti cuaca, makanan, dan pemangsa) dapat membuat hasil analisis menjadi tidak akurat, sehingga perlu diperhatikan.

Monitoring kualitas air secara biologi yang dilakukan dengan melihat keberadaan kelompok organisme petunjuk (bioindikator) yang hidup di dalam air. Kelompok organisme petunjuk yang umum digunakan dalam pendugaan kualitas air dapat mencerminkan pengaruh perubahan kondisi fisika dan kimia yang terjadi di perairan dalam selang waktu tertentu.

2.5 Biological Monitoring Working Party (BMWP)

Menurut Armit (1983) dalam Cota *et al.* (2002), indeks BMWP merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mendeteksi perubahan kondisi perairan tawar. Hasil yang disajikan dalam metode ini berupa daftar taksa dengan atau tanpa kelimpahan, yang dianalisis untuk menghasilkan skor, kelas atau indeks. Sistem skor seperti BMWP memerlukan presisi taksonomi yang terbatas, menghemat waktu dan sumberdaya ekonomi. Sistem BMWP menggunakan data biner dan bergantung pada nilai ketetapan setiap takson. Famili yang sangat intoleran terhadap polusi diberikan skor yang tinggi. Sebaliknya, famili yang memiliki tingkat intoleran yang rendah terhadap polusi diberikan skor yang rendah

Menurut Sudarso *et al.* (2008), indeks BMWP umumnya dipengaruhi pada perubahan komposisi taksa yang menyusun komunitas bentik makroinvertebrata pada setiap stasiun pengamatan. Perubahan komposisi taksa yang disertai dengan nilai kelimpahan dapat memberikan pengaruh secara langsung pada pergeseran nilai beberapa atribut biologi seperti: indeks diversitas dan kekayaan taksa. Indeks BMWP dapat dilihat Lampiran 2.



3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian adalah komunitas makroinvertebrata dan kondisi perairan di Sungai Brantas Hulu, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Pengamatan kondisi Sungai Brantas Hulu dilakukan melalui penentuan tipe substrat dan pengukuran kecepatan arus, dan parameter kualitas air berupa suhu, TSS, pH, DO, kesadahan, ammonia, bahan organik terlarut (TOM) dan pengamatan makroinvertebrata yang dianalisa dengan indeks *Biological Monitoring Working Party* (BMWP) serta perhitungan *Average Score Per Taxon* (ASPT).

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian makroinvertebrata tertera pada Lampiran 1.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *survei*. Menurut Notoadmodjo (2002 dalam Subiyanto *et al.*, 2013), metode survei adalah metode yang dilakukan terhadap objek yang cukup banyak dan dalam kurun waktu tertentu. Objek yang diteliti tidak seluruhnya dikaji, namun hanya sebagian dari populasi yang ada. Menurut Hasan (2002), penelitian survei *survey research* yaitu penelitian dengan tidak melakukan perubahan (tidak ada perlakuan khusus) terhadap variabel-variabel yang diteliti. Pada penelitian survei dikerjakan evaluasi serta perbandingan-perbandingan terhadap hal-hal yang telah dikerjakan oleh peneliti lainnya dalam menangani situasi atau masalah yang serupa dan hasilnya dapat digunakan dalam pembuatan rencana dan pengambilan keputusan di masa

datang, dalam penelitian skripsi ini survei dilakukan secara langsung dengan metode sampling di daerah aliran Sungai Brantas Hulu di Kecamatan Bumiaji.

Data yang diambil pada penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapat secara langsung dari pelaksanaan yaitu dari data tersebut diperoleh hasil penelitian yang sesuai dengan yang ada di lapang (Cashiro, 2013). Data primer yang diambil dari penelitian ini berupa komposisi makrobenthos dan kualitas air. Data sekunder adalah data yang didapatkan secara tidak langsung yaitu data tersebut diperoleh dari sumber yang telah dikumpulkan oleh pihak lain (Hasibuan, 2007). Data-data sekunder dapat diperoleh dari pihak instansi, laporan, majalah, internet, buku-buku dan jurnal yang berhubungan dengan makrobenthos.

3.4 Penentuan Stasiun Pengambilan Sampel

Pengamatan penelitian ini dilakukan di Sungai Brantas Hulu di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Penentuan lokasi penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Pada penelitian ini ditentukan 5 stasiun pengamatan pada lokasi yang dibedakan berdasarkan tata guna lahan dan kondisi stasiun (Tabel 2). Pengambilan sampel selama 3 minggu dengan 3 kali ulangan. Pengambilan ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan komposisi makroinvertebrata setiap periode karena keberadaannya yang menetap.. Peta dan denah lokasi pengambilan sampel dapat dilihat di Lampiran 3.

Tabel 2. Stasiun Pengambila Sampel

Stasiun	Tata Guna Lahan
1	Desa Tulungrejo (Titik Pantau 2 Sungai Brantas)
2	Dusun Kekep, Desa Tulungrejo (Titik Pantau 3 Sungai Brantas)
3	Dusun Ngesong, Desa Punten
4	Dusun Kungkung, Desa Punten
5	Dusun Sukorembug, Desa Sidomulyo (Titik Pantau 5 Sungai Brantas)

3.5 Teknik Pengambilan Sampel

3.5.1. Komunitas Makroinvertebrata (Arisandi, 2012)

- a. Bahan Kerja : Untuk melakukan inventarisasi makroinvertebrata digunakan alat-alat meliputi botol kolektor, jarum sonde, *Hand Net* dan *Kick Net* dengan mesh ukuran 500 μm , lup, mikroskop bentos, cawan petri, pinset, pipet, dan wadah-wadah plastik.
- b. Cara Kerja :
 - 1) Memegang tiang jala dengan arah melawan arus
 - 2) Mengaduk dasar perairan dengan kedua kaki secara bersama-sama guna melepaskan organisme di dasar perairan sehingga organisme akan masuk ke dalam jala
 - 3) Memeriksa hasil yang ada di dalam jala, kalau ada batu dan ranitng maka dibersihkan dari jala
 - 4) Mengulangi pengambilan sampel di daerah "riffle" sepanjang 10 meter
 - 5) Mencuci organisme dengan air dan mengumpulkannya pada salah satu sudut jala dengan terus menyiram air untuk memudahkan pengambilan sampel dari dalam jala
 - 6) Memindahkan sampel ke dalam wadah sampel
 - 7) Melakukan pengawetan dengan alkohol 96%.

3.5.2 Kecepatan Arus (Rahayu et al., 2009)

Langkah pengukuran kecepatan arus adalah sebagai berikut:

- 1) Memilih lokasi pengukuran pada bagian sungai yang relatif lurus dan tidak banyak pusaran air.
- 2) Menentukan lintasan dengan jarak tertentu, kira-kira waktu tempuh benda yang diapungkan lebih kurang 20 detik.
- 3) Mencatat waktu tempuh benda apung mulai saat dilepaskan sampai dengan akhir tali memanjang .

4) Mengulangi pengukuran sebanyak tiga kali.

5) Menghitung kecepatan rata-ratanya.

Kecepatan aliran merupakan hasil bagi antara panjang tali dengan waktu tempuh yang dapat dituliskan seperti persamaan berikut :

$$V = \frac{L}{t}$$

Keterangan : V = kecepatan (m/detik);

L = panjang lintasan (m);

t = waktu

3.5.3. Substrat Dasar (Effendi, 2003)

Pengukuran substrat dasar dapat diketahui secara langsung berdasarkan hasil pengamatan di lapang yang dapat dibedakan menurut ukuran diameternya. Menurut Effendi (2003), ukuran substrat dapat diklasifikasikan berdasarkan besar partikel, dapat dilihat pada Tabel 3 :

Tabel 3. Klasifikasi Sedimen Berdasarkan Ukuran Partikel (Effendi, 2003)

Nama	Diameter (mm)
Batu kali (bedrock)	-
Bulder (boulder)	> 256
Kobel besar (large cobble)	128 - 256
Kobel kecil (small cobble)	64 - 128
Pebel besar (large pebble)	32 - 64
Pebel kecil (small pebble)	16 - 32
Batu kerikil kasar (coarse gravel)	8 - 16
Batu kerikil sedang (medium gravel)	4 - 8
Batu kerikil kecil (fine gravel)	2 - 4
Pasir sangat kasar (very coarse)	0,5 - 1
Pasir kasar (coarse)	0,25 - 0,5
Pasir sedang (medium)	0,125 - 0,25
Pasir halus (fine)	0,063 - 0,125
Pasir sangat halus (very fine)	0,032 - 0,063
Lumpur (silt)	< 0,032
Tanah liat (clay)	< 0,032

3.5.4 Suhu Air (Suprpto, 2011)

Prosedur pengukuran suhu air menggunakan thermometer digital adalah sebagai berikut :

- 1) Termometer dicelupkan ke dalam air.
- 2) Termometer dibiarkan selama 2 sampai 5 menit hingga menunjukkan nilai yang stabil.
- 3) Skala yang ditunjukkan oleh termometer kemudian dibaca ketika masih berada di dalam air.
- 4) Nilai suhu yang dicatat dalam satuan °C.

3.5.5 Derajat Keasaman “*Power of hydrogen*”(pH) (Suprpto, 2011)

Derajat keasaman bisa diukur menggunakan pH meter. Adapun prosedur penggunaan pH meter sebagai berikut :

- 1) Menekan tombol on/off untuk menyalakan pH meter. Melakukan kalibrasi pH meter menggunakan larutan buffer atau aquades dengan cara menekan tombol cal.
- 2) Memasukkan ujung sensor pH meter ke dalam air sampel selama 2 menit;
- 3) Menekan tombol “HOLD” pada pH meter untuk menghentikan angka yang muncul pada pH meter.
- 4) Mencatat nilai pH yang didapat, dilakukan pengulangan 3 kali.

3.5.6 Oksigen Terlarut “*Dissolved Oxygen*” (DO) (Suprpto, 2011)

Prosedur pengukuran oksigen terlarut menggunakan DO meter adalah sebagai berikut :

- 1) Menyalakan tombol power dan ditunggu sampai nilai yang ditunjukkan pada layar DO meter stabil
- 2) Menekan tombol Hold (kadar ppm)

- 3) Mencilupkan ujung sensor DO meter ke dalam perairan setelah siap digunakan
- 4) Menunggu beberapa saat hingga angka stabil dimana angka atas menunjukkan nilai DO (oksigen terlarut),
- 5) Mencatat nilai DO pada lembar data, dan dilakukan pengulangan pengukuran 3 kali.

3.5.7 Total Bahan Organik (TOM) (Hariyadi *et al.*, 1992)

Prosedur pengukuran total bahan organik di perairan dapat dilakukan sesuai dengan langkah-langkah berikut :

- 1) Mengambil dengan pipet 50 ml air sampel dan memasukkannya ke dalam erlenmeyer.
- 2) Menambahkan sebanyak 9,5 ml KMnO_4 langsung dari buret.
- 3) Menambahkan 10 ml H_2SO_4 (pengenceran 1:4)
- 4) Memanaskan sampai suhu $70^\circ - 80^\circ \text{C}$, kemudian mengangkatnya.
- 5) Bila suhu sudah menurun menjadi $60^\circ - 70^\circ \text{C}$, maka langsung menambahkan Natrium Oxalate 0,01 N secara perlahan-lahan sampai tidak berwarna.
- 6) Melakukan titrasi dengan KMnO_4 0,01 N sampai berubah warna (merah jambu/pink) dan mencatat ml titran (x ml).
- 7) Menghitung nilai TOM :

$$8) \quad \text{TOM (mg /L)} = \frac{(V_{\text{KMnO}_4} \times N_{\text{KMnO}_4}) - (V_{\text{oksalat}} \times N_{\text{oksalat}}) \times 1000 \times 31,6}{V_{\text{sampel}}}$$

Keterangan :

- 31,6 : 1/5 dari BM KMnO_4
 V_{KMnO_4} : ml KMnO_4 yang terpakai
 N_{KMnO_4} : normalitas KMnO_4 (0,0543 N)

3.5.8 Amonia (Brotowidjoyo *et al.*, 1995)

Menurut Prosedur Laboratorium UPT Sumberpasir (2018), prosedur pengukuran ammonia adalah sebagai berikut :

- 1) Memasukkan 25 mL sampel yang telah disaring kedalam Erlenmeyer 50 mL.
- 2) Menambahkan 0,5 ml pereaksi nessler dan dihomogenkan
- 3) Membiarkan larutan selama ± 30 menit agar terbentuk warna kuning dengan sempurna, untuk kemudian larutan tersebut dimasukkan ke dalam cuvet.
- 4) Mengukur menggunakan spektrofotometer panjang gelombang 425 nm untuk menaksir kadar ppm ammonia nitrogen (y) yang terkandung.
- 5) Langkah terakhir, dihitung menggunakan rumus:

$$x = \left(\frac{y - b}{a} \right)$$

Keterangan :
x = kadar amonia yang didapat (mg/l)
y = kadar ammonia nitrogen yang didapat
a = 0,8411
b = 0,0022

3.5.9 Padatan Tersuspensi Total (TSS) (Tarigan dan Edward, 2003)

- 1) Mengambil air sampel sebanyak 600 ml dan dimasukkan kedalam botol air mineral berukuran 600 ml.
- 2) Melakukan pengujian di laboratorium uji. Mengambil sampel sebanyak 20-500 ml lalu dituangkan ke dalam gelas kimia.
- 3) Menimbang kertas saring lalu catat sebagai a
- 4) Menyaring air sampel dengan kertas saring sampai larutan habis. Mengeringkan kertas saring di oven pada suhu 60 C. Lalu mendinginkannya dalam desikator.

- 5) Menimbang kertas saring setelah dari desikator, lalu mencatatnya sebagai b.
- 6) Menghitung hasil menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{TSS (\%)} = \frac{b - a}{\text{volum sampel}} \times 100\%$$

3.6.10 Nitrat (NO_3^-) (Brotowidjoyo *et al.*, 1995)

- 1) Menyaring air sampel 12,5 ml, lalu menuangkan sampel yang sudah disaring ke dalam cawan porselen
- 2) Menguapkan sampel di atas pemanas (*hot plate*) sampai berkerak, lalu mendinginkan.
- 3) Menambahkan 0,2 ml (5 tetes) asam disulfonik, diaduk dengan spatula dan diencerkan dengan akuades sebanyak 5 ml
- 4) Menambahkan NH_4OH dengan perbandingan 1 : 1 sampai terbentuk warna kuning (maksimal 5 ml)
- 5) Mengencerkan dengan akuades sampai dengan 12,5 ml dan dihomogenkan. Memasukkan sampel ke dalam cuvet.
- 6) Menghitung kadar nitrat menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 410 nm

3.5.11 Orthofosfat (PO_4^{3-}) (Hariyadi *et al.*, 1992)

- 1) Menuangkan 25 ml ai sampel ke erlenmeyer
- 2) Menambahkan 1 ml ammonium molibdate, lalu dihomogenkan
- 3) Menambahkan 2 tetes SnCl_2 , lalu dihomogenkan
- 4) Melakukan pengukuran menggunakan spektrofotometer panjang gelombang 690 μm .

3.7 Analisis Data

3.7.1 Kepadatan Relatif (KR)

Setelah makroinvertebrata diidentifikasi maka selanjutnya dilakukan perhitungan komposisi makroinvertebrata dengan menghitung kepadatan relatifnya pada setiap stasiun yaitu persentase dari jumlah individu setiap famili terhadap total individu yang ditemukan pada saat penelitian.

Kepadatan relatif (KR) dapat dihitung dengan rumus :

$$KR = \frac{\text{Jumlah individu masing-masing taksa}}{\text{Jumlah total individu semua taksa}} \times 100\%$$

3.7.2 Biomodifikasi Monitoring Working Party (BMWP)

Menurut Gilbrant *et al.*, (2007), makroinvertebrata yang ditemukan akan dinilai menggunakan indeks BMWP dan dihitung menggunakan “Average Score Per Taxon” (ASPT). ASPT dihitung dengan membagi nilai jumlah 1 famili dengan jumlah seluruh famili dalam satu sampel. Berikut ASPT dikategorikan dalam 6 kelompok (lihat Tabel 4.).

$$ASPT = \frac{\text{Jumlah score indeks BMWP}}{\text{Jumlah famili yang ditemukan}}$$

Tabel 4. Kategori dari Nilai ASPT

Nilai ASPT	Kualitas Air
>6	Perairan sangat baik sekali
5,5 – 6,0	Perairan sangat baik
5,0 – 5,5	Perairan baik
4,5 – 5,0	Perairan sedang
4,0 – 4,5	Perairan sedang sampai buruk
< 4,0	Perairan buruk

Sumber : Gilbrant *et al.* (2007)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Menurut BPS Kota Batu (2017), Kecamatan Bumiaji adalah sebuah kecamatan di Kota Batu, Jawa Timur, Indonesia. Wilayah kecamatan ini merupakan yang terluas di Batu, yaitu sebesar 64 persen wilayah Kota Batu dan sebagian besar wilayahnya terletak di lereng pegunungan Arjuno-Welirang pada ketinggian rata-rata 1.500 meter di atas permukaan laut. Kecamatan Bumiaji merupakan kecamatan yang terkecil kepadatan penduduknya karena sebagian wilayah Kecamatan Bumiaji merupakan hutan dan daerah lereng gunung. Di kecamatan ini juga terdapat mata air Sungai Brantas yang terletak di Desa Sumber Brantas. Wilayah Sungai Brantas Hulu merupakan wilayah tangkapan air yang tidak saja diperlukan oleh penduduk Kota Batu tetapi juga wilayah sekitarnya, serta terdapat beberapa aktivitas manusia seperti pertanian, pariwisata, dan rumah tangga (MCK).

4.1.1 Stasiun 1

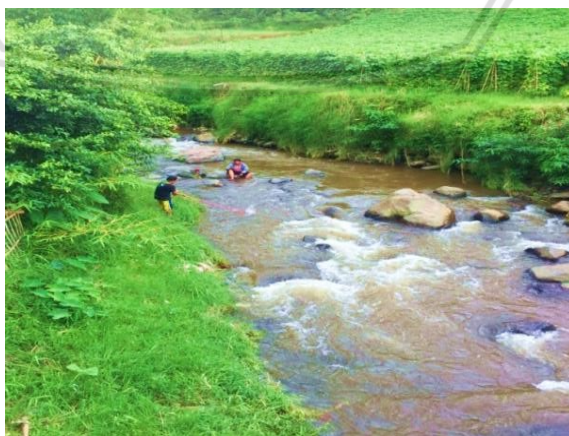
Stasiun 1 terletak di Titik Pantau 2 Sungai Brantas Coban Talun, Desa Tulungrejo, tepatnya pada titik koordinat $7^{\circ}79'99''$ - $7^{\circ}80'01''$ LS dan $112^{\circ}51'59''$ - $112^{\circ}51'57''$ BT (Google Earth, 2018). Lokasi ini terletak di kawasan air terjun Coban Talun yang juga merupakan daerah tujuan wisata (Gambar 3). Stasiun 1 berjarak beberapa kilometer dari Sumber Brantas Arboretum dan dari air terjun Coban Talun. Pepohonan rimbun di sekitar bantaran sungai sudah menipis disebabkan oleh perubahan tata guna lahan dari hutan menjadi wisata dan pertanian. Kegiatan wisata Coban Talun dan pertanian sayur (gubis dan wortel) di daerah sekitar memberikan masukan limbah langsung ke badan sungai.



Gambar 3. Aliran Sungai Brantas di Coban Talun pada Maret 2018

4.1.2 Stasiun 2

Stasiun 2 terletak di Titik Pantau 3 Sungai Brantas Dusun Kekep, Desa Tulungrejo, tepatnya pada titik koordinat $7^{\circ}82'00''$ - $7^{\circ}82'02''$ LS dan $112^{\circ}52'4''$ - $112^{\circ}52'4''$ BT (Google Earth, 2018). Lokasi ini terletak di daerah dekat pemukiman warga dan ladang persawahan. Pada sisi timur badan sungai berbatasan dengan ladang petani sekitar (tanaman kacang dan kol), dan pada sisi baratnya terdapat rumah makan, sedang bagian utara terdapat jembatan, stasiun ini dimanfaatkan oleh warga sekitar sebagai tempat pembuangan limbah usaha rumah makan dan pengairan lahan pertanian (Gambar 4).



Gambar 4. Aliran Sungai Brantas di Dusun Kekep pada Maret 2018

4.1.3 Stasiun 3

Stasiun 3 terletak di aliran Sungai Brantas, Dusun Ngesong, Desa Punten, tepatnya pada titik koordinat $7^{\circ}2'73''$ - $7^{\circ}82'75''$ LS dan $112^{\circ}52'55''$ - $112^{\circ}52'54''$ BT (Google Earth, 2018). Lokasi ini terletak di daerah dekat perkebunan jeruk, berbagai macam bunga, dan sayuran. Pada sisi badan sungai terdapat tanaman bambu yang rimbun sampai ke sumber mata air lainnya, berjarak 300 meter dari titik pengambilan sampel. Pada titik pengambilan sampel di stasiun 3 memiliki substrat kerikil berbatu, tapi jarak ± 200 m ke hilir substrat dasar sungai pasir berlumpur.



Gambar 5. Aliran Sungai Brantas di Dusun Ngesong (Stasiun 3) pada Maret 2018

4.1.4 Stasiun 4

Stasiun 4 terletak di aliran Sungai Brantas, Dusun Kungkuk, Desa Punten, tepatnya pada titik koordinat $7^{\circ}83'15,8''$ - $7^{\circ}83'15,9''$ LS dan $112^{\circ}52'58''$ - $112^{\circ}52'58''$ BT (Google Earth, 2018). Lokasi ini terletak di daerah dekat perkebunan jambu biji yang mengelilingi di kanan dan kiri sisi badan sungai, serta pada aliran sungai terdapat DAM. Stasiun 4 berada dekat pemukiman warga, berjarak 50 m dari pemukiman (Gambar 6).



Gambar 6. Aliran Sungai Brantas di Dusun Kungkuk pada Maret 2018

4.1.5 Stasiun 5

Stasiun 5 terletak di Dusun Sukorembug, Desa Sidomulyo, tepatnya pada titik koordinat $7^{\circ}83'99''$ - $7^{\circ}84'00''$ LS dan $112^{\circ}52'27''$ - $112^{\circ}52'27''$ BT (Google Earth, 2018). Lokasi ini terletak di daerah dekat perkebunan kebun jeruk dan pertambangan pasir (Gambar 7). Berada di dekat pemukiman warga yang langsung menerima masukan dari luar berupa limbah rumah tangga, limbah pertanian, dan juga sampah organik lainnya berupa tanaman-tanaman yang telah dibuang dan membusuk.

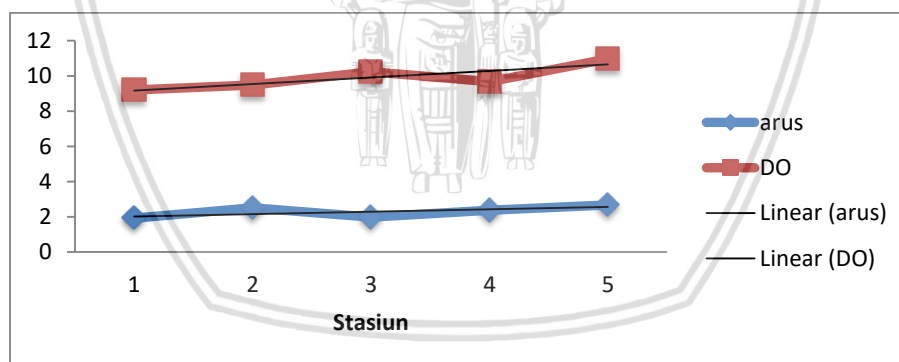


Gambar 7. Aliran Sungai Brantas di Dusun Sukorembug pada Maret 2018

4.2 Parameter Lingkungan

Parameter lingkungan yang diukur pada penelitian di Sungai Brantas Hulu, Kecamatan Bumiaji meliputi kecepatan arus, tipe substrat, suhu, DO (*Dissolved Oxygen*), pH (*Derajat Keasaman—Power of Hydrogen*), TSS (*Total Padatan Tersuspensi—Total Suspended Solid*), amonia, nitrat, orthofosfat, dan TOM (*Total Bahan Organik—Total Organic Matter*). Pengukuran parameter kualitas air berupa suhu, kecepatan arus, tipe substrat, pH dan DO (*Dissolved Oxygen*) dilakukan secara langsung (*in-situ*) pada setiap stasiun penelitian. Pengukuran parameter nitrat, amonia, orthofosfat dan TOM (*Total Organic Matter*) dilakukan secara (*ex-situ*) yaitu dilakukan pengukuran pada Laboratorium UPT Sumberpasir FPIK, UB. Pengukuran parameter TSS (*Total Suspended Solid*) dilakukan secara (*ex-situ*) yaitu dilakukan pengukuran pada Laboratorium UPT Pengembangan Budidaya Air Payau, Bangil – Pasuruan.

4.2.1 Hubungan Oksigen terlarut dan Kecepatan Arus

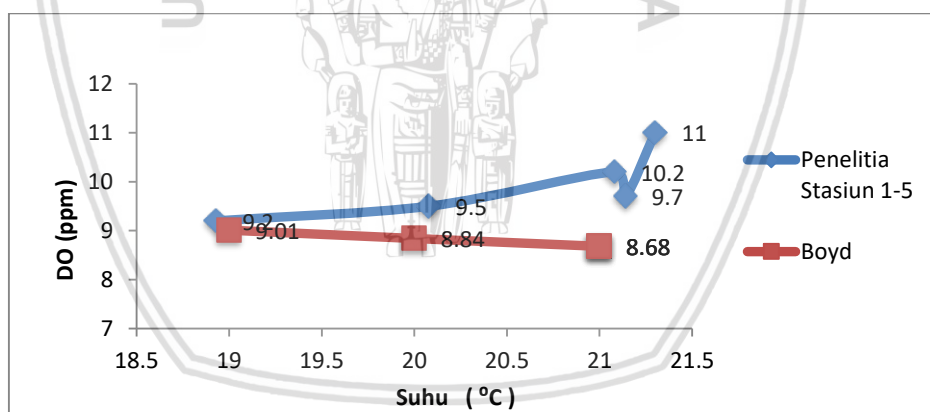


Gambar 8. Hubungan DO-Kecepatan Arus Sungai Brantas Hulu Maret 2018

Faktor-faktor yang memengaruhi oksigen terlarut (DO) di sungai adalah karakteristik geofisik dari sungai tersebut. Karakteristik geofisik yang dimaksud di antaranya kecepatan arus. Oksigen terlarut dipengaruhi kecepatan arus dan jenis substrat dasar sungai (Effendi, 2003). Kecepatan arus pada stasiun 1 ialah yang relatif kecil, proses difusi dari udara ke perairan sangat kurang serta lebar sungai

pada stasiun ini relatif lebih kecil daripada stasiun lain yaitu 6 meter yang menyebabkan adanya perbedaan luas permukaan. Nilai tertinggi DO pada penelitian ini didapatkan pada stasiun 5, nilai tersebut disebabkan karena kecepatan arus pada stasiun 5 ialah yang tercepat sehingga mempercepat proses difusi dari udara ke perairan, serta lebar sungai pada stasiun ini relatif lebih besar yaitu 12 meter yang menyebabkan adanya perbedaan luas permukaan. Berdasarkan Gambar 8 menunjukkan hubungan oksigen terlarut dan kecepatan arus berbanding lurus, hal ini sesuai dengan pernyataan Soegianto (2010) bahwa kandungan DO di perairan kian bertambah seiring meningkatnya arus air. Pengaruh kedalaman suatu perairan, luas permukaan dan cepatnya pergerakan air mengakibatkan kandungan oksigen terlarut dalam air sangat tinggi.

4.2.2 Hubungan Oksigen Terlarut dan Suhu Perairan



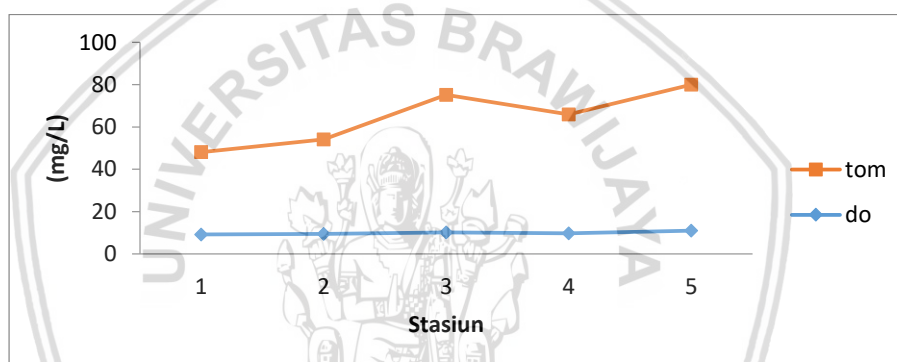
Gamba 9. Hubungsn DO-Suhu Sungai Brantas Hulu pada Maret 2018

Bagian sungai umumnya memiliki suhu yang lebih rendah dari bagian hulu ke hilir. Suhu yang rendah diduga dapat meningkatkan kelarutan oksigen yang kemudian memengaruhi nilai DO di bagian sungai tersebut. Maka diketahui seharusnya pola kenaikan nilai DO di perairan tersebut sebanding dengan pola penurunan suhu perairan. Kelarutan oksigen mempunyai hubungan terbalik dengan suhu perairan (Effendi, 2003). Semakin rendah suhu, semakin tinggi

tingkat kelarutan oksigen di dalam air. Sebaliknya, semakin tinggi suhu, semakin rendah tingkat kelarutan oksigen dalam air.

Menurut Boyd (1982) hubungan antara suhu dan oksigen terlarut menunjukkan nilai suhu yang berbanding terbalik. Data yang didapatkan selama penelitian di Sungai Brantas Suhu menunjukkan nilai suhu yang berbanding positif dengan nilai oksigen terlarut ditunjukkan Gambar 9, hal ini disebabkan nilai oksigen terlarut turut dipengaruhi oleh besarnya nilai kecepatan arus setiap stasiun penelitian di Sungai Brantas Hulu ini.

4.2.3 Hubungan Oksigen Terlarut dan Bahan Organik Total



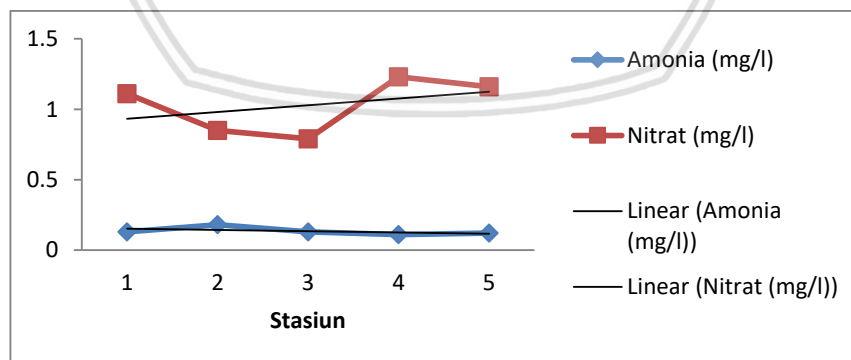
Gambar 10. Hubungan Oksigen Terlarut & Total Bahan Organik di Sungai Brantas Hulu pada Maret 2018

Peningkatan nilai total bahan organik di dasar perairan akan mengganggu keseimbangan oksigen terlarut di perairan, karena peningkatan konsumsi oksigen lebih besar dibandingkan dengan tingkat produksi oksigen terlarut. Menurut Mulia (2005) dalam Rahman (2017), masuknya bahan organik seperti sisa makanan menyebabkan peningkatan makanan organisme pengurai dalam air dan mengkonsumsi O_2 terlarut di dalam air untuk respirasinya, sehingga terjadinya penurunan kadar O_2 . Maka dapat disimpulkan bahwa hubungan oksigen terlarut dengan total bahan organik berbanding negatif. Namun, berdasarkan Gambar 10 diketahui nilai hubungan DO dan TOM yang berbanding positif. Masukan bahan organik dari sekitar aliran sungai seperti limpasan dari perkebunan dan

pertanian,serta limbah domestik menjadi penyebab nilai TOM yang cenderung meningkat mulai stasiun 1-5, terjadi kenaikan kandungan TOM pada stasiun 3 karena masukan limbah dari pertanian sawah dan organisme alami yang ada di perairan. Sedangkan nilai oksigen terlarut relatif meningkat dari stasiun 1 hingga stasiun 5 dikarenakan kecepatan arusnya yang juga meningkat, pada penelitian ini nilai DO dan kecepatan arus memiliki pengaruh yang signifikan.

Keberadaan oksigen terlarut ini sangat memungkinkan untuk langsung dimanfaatkan bagi kebanyakan organisme untuk kehidupan, antara lain pada proses respirasi dimana oksigen diperlukan untuk pembakaran (metabolisme) bahan organik sehingga terbentuk energi yang diikuti dengan pembentukan CO_2 dan H_2O . Menurut Fisesa *et al.* (2014) pengukuran total organik matter (TOM) bertujuan untuk mengetahui gambaran kandungan bahan organik yang ada di perairan. Jumlah bahan organik yang ada di perairan dapat menentukan tingkat kesuburan perairan itu sendiri. Salah satunya masukan bahan organik tersebut melalui limpasan air hujan (run-off) daratan dan proses pembusukan organisme yang telah mati di dasar perairan.

4.2.4 Hubungan Amonia dan Nitrat

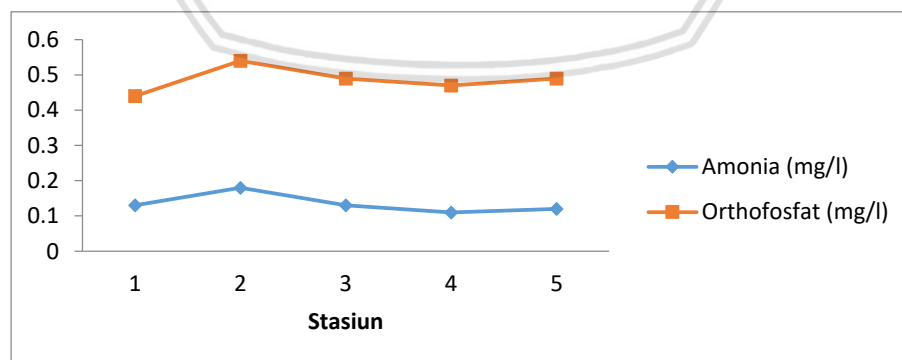


Gambar 11. Hubungan Amonia- Nitrat Sungai Brantas Hulu pada Maret 2018

Proses oksidasi amonia menjadi nitrit dapat dilihat pada reaksi berikut: $\text{NH}_4^+ + \text{O}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{NO}_2^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$. Senyawa nitrit merupakan senyawa yang tidak stabil dan mudah teroksidasi dalam proses nitrifikasi dan membentuk nitrat, selama nitrit terbentuk dengan cepat nitrit dioksidasi menjadi nitrat oleh bakteri nitrobacter. Tahap oksidasi ion nitrit (NO_2^-) menjadi nitrat (NO_3^-) oleh bakteri nitrobacter dapat dilihat pada reaksi berikut : $\text{NO}_2^- + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^- + 18 \text{ Kcal}$ (Suganda et al., 2014)

Menurut Makmur *et al.* (2012), kadar nitrat di perairan sangat dipengaruhi oleh asupan nitrat dari badan sungai. Sumber utama nitrat berasal dari buangan rumah tangga dan pertanian termasuk kotoran hewan dan manusia. Sedangkan amonia di perairan pada umumnya berasal dari hasil penguraian sisa bahan organik dan hasil samping dari metabolisme ikan. Semakin tinggi bahan organik di perairan maka konsentrasi amonia juga semakin tinggi dan hubungan nitrat dan bahan organik berbanding positif (Rahmawati *et al.*, 2014). Maka dapat disimpulkan bahwa hubungan nitrat dan amonia berbanding positif pula. Pada hasil yang ditunjukkan Gambar 11, nilai nitrat memiliki fluktuasi, tetapi cenderung meningkat, hal ini menunjukkan hubungan nitrat dan amonia berbanding positif.

4.2.5 Hubungan Amonia dan Orthofosfat



Gambar 82. Grafik Hubungan Nitrat-Orthofosfat Sungai Brantas Hulu Maret 2018

Senyawa nitrogen tersebut sangat dipengaruhi oleh kandungan oksigen bebas dalam air. Menurut Rahman (2017) senyawa nitrogen dalam air terdapat dalam tiga bentuk yaitu ammonia, nitrit dan nitrat. Pada saat oksigen rendah, nitrogen bergerak menuju ammonia, sedangkan pada saat kadar oksigen tinggi nitrogen bergerak menuju nitrat. Dengan demikian, nitrat merupakan akhir dari oksidasi nitrogen dalam air. Menurut Hynes (1963) ammonia dan orthofosfat memiliki hubungan berbanding lurus. Berdasarkan hal tersebut, Gambar 12 menunjukkan nilai yang berbanding positif, sesuai dengan literatur yang ada, hal ini disebabkan oleh oksigen terlarut yang terdapat dalam perairan Sungai Brantas Hulu untuk proses nitrifikasi optimal. Menurut Gray (2004) dalam Rahmawati et al. (2014), oksigen terlarut yang dibutuhkan dalam proses nitrifikasi $DO > 1 \text{ mg/l}$.

4.2.6 Substrat

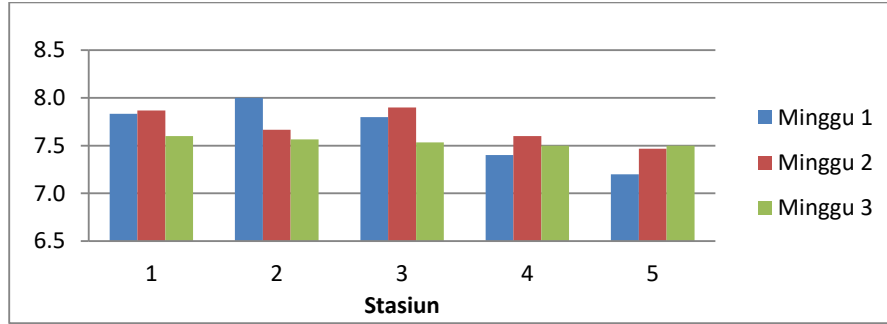
Kondisi substrat pada stasiun pengambilan sampel di Sungai Brantas Hulu bervariasi mulai dari sedikit lumpur (*silt*), pasir (*sand*), kerikil, sampai batu besar (*boulder*). Pada stasiun 1 tipe substrat dasar nya didominasi oleh pasir halus dan kerikil. Pada stasiun 2 tipe substrat dasar nya didominasi oleh batu-batu besar, menyebabkan aliran sungai semakin deras. Pada stasiun 3 tipe substrat dasar nya didominasi oleh pasir, kerikil, dan batuan kecil. Pada stasiun 4 tipe substrat dasar nya didominasi oleh batu kecil dan batu besar tapi sebagian ada endapan kumpur di tepian aliran sungai. Pada stasiun 5 tipe substrat dasar nya didominasi oleh batu-batu besar dan sebagian batu kecil. Stasiun yang mempunyai substrat paling halus adalah stasiun 3 dan 4 yang sebagian terdapat lumpur, hal ini disebabkan berubahnya fungsi tata guna lahan yang semula merupakan kawasan lindung berubah menjadi daerah perkebunan jeruk, tomat, dan perkebunan bunga sehingga tanah menjadi labil, hujan membawa partikel-partikel tanah di dataran tinggi masuk ke perairan dan merubah tipe substrat yang ada. Stasiun yang

substratnya paling kasar adalah stasiun 5 yaitu batu besar *boulder*. Bervariasinya substrat ini dikarenakan kecepatan arus yang cukup bervariasi dari sedang sampai sangat cepat.

Menurut Hynes (1963), kecepatan arus mempengaruhi secara langsung maupun tidak langsung terhadap tipe substrat dan jumlah endapan *silt*, diketahui jika nilai kecepatan arus >60 m/s maka tipe substrat dasarnya adalah pasir atau kerikil, jika nilai kecepatan arusnya >90 m/s maka tipe substratnya adalah batu kecil sampai batu besar. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan yang didapatkan yaitu pada stasiun 1 dengan kecepatan arus rata-rata 0,64 m/s, stasiun 3 dengan nilai kecepatan arus 0,73 m/s serta stasiun 4 dengan nilai kecepatan arus 0,79 m/s memiliki tipe substrat berupa pasir dan kerikil, dan pada stasiun 5 dengan nilai kecepatan arus 0,98 m/s memiliki tipe substrat batu besar. Hal tersebut kurang sesuai untuk stasiun 2, dengan nilai kecepatan arus 0,85 m/s seharusnya tipe substratnya adalah kerikil, akan tetapi pada saat observasi secara langsung diketahui substrat dasar pada stasiun 2 adalah batu besar, hal ini mungkin terjadi karena titik sampling yang berbeda setiap pengulangan dan kondisi cuaca pada saat sampling kecepatan arus.

4.2.7 Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH yang didapatkan selama penelitian di Sungai Brantas Hulu berkisar antara 7,2-8,0. Nilai rata-rata pH tiap minggu nya dapat dilihat pada Gambar 13 :



Gambar 13. Derajat Keasaman Sungai Brantas Hulu pada Maret 2018

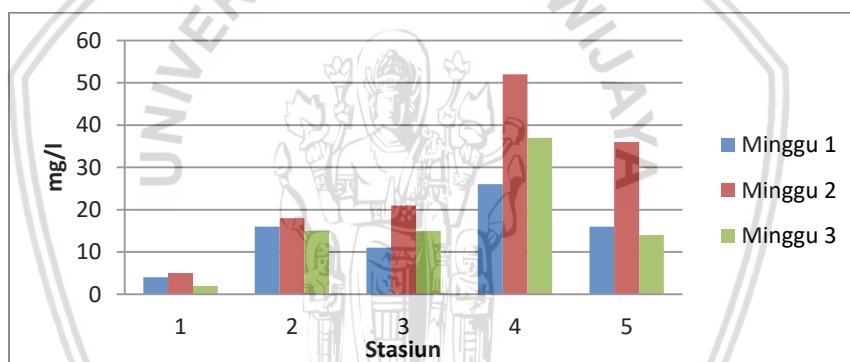
Dari data penelitian hasil pengukuran pH, dapat diketahui bahwa pH berkisar antara 7,2 - 8. Rata-rata nilai pH tiap minggu penelitian pada stasiun 1 adalah 7,8, stasiun 2 adalah 7,7, stasiun 3 adalah 7,7, stasiun 4 adalah 7,5, dan stasiun 5 adalah 7,4. Terjadi peningkatan rata-rata nilai pH di semua stasiun pada minggu 2, diperkirakan hal ini disebabkan oleh penggunaan alat ukur pH meter yang berbeda dari minggu 1 dan minggu 3. Nilai terendah pada penelitian ini didapatkan pada stasiun 5, nilai tersebut disebabkan tata guna lahan pada sekitar stasiun didominasi oleh perkebunan jeruk sehingga diduga limbah pertanian berupa pupuk masuk kedalam aliran sungai dan menyebabkan penurunan nilai pH. Nilai tertinggi pada penelitian ini didapatkan pada stasiun 2, nilai tersebut disebabkan karena pada badan kanan sungai stasiun ini terdapat rumah makan yang diduga membuang limbah berupa detergen dari sabun cuci piring dan dapat meningkatkan nilai pH.

Nilai pH atau derajat keasaman dapat dipengaruhi oleh limbah masyarakat dan mempengaruhi proses biokimia perairan. Menurut Yulastuti (2011), peningkatan nilai derajat keasaman atau pH dipengaruhi oleh limbah organik maupun anorganik yang di buang ke sungai. Menurut Simanjuntak (2009), tinggi rendahnya nilai pH tersebut disebabkan adanya aktivitas dekomposisi oleh bakteri yang berhubungan dengan kandungan bahan organik di perairan. Semakin tinggi

bahan organik maka aktivitas dekomposisi semakin meningkat dan nilai pH menurun. Kisaran optimum pH untuk hidup organisme air ialah nilai pH netral yaitu 7-8,5 (Effendi, 2003) yang merupakan toleransi antara asam lemah dan basa lemah, berdasarkan nilai pH yang didapatkan selama pengamatan di Sungai Brantas Hulu Kecamatan Bumiaji yaitu senilai pH 7,4-7,8 menunjukkan bahwa nilai pH tersebut optimum untuk organisme air seperti makroinvertebrata.

4.2.8 Total Padatan Tersuspensi (TSS)

Pengukuran TSS dengan menggunakan pengukuran metode gravimetri. Nilai pengukuran TSS selama kegiatan penelitian dapat dilihat pada grafik berikut ini :



Gambar 14. TSS Sungai Brantas Hulu pada Maret 2018

Berdasarkan pada Gambar 14, hasil pengukuran TSS pada Sungai Brantas Hulu dari minggu 1 hingga minggu 3 berkisar antara 2 - 52 mg/L. Nilai terendah pengukuran TSS didapatkan pada stasiun 1, nilai tersebut disebabkan karena tata guna lahan pada sekitar stasiun masih berupa vegetasi dan hutan pinus yang mendominasi, sehingga belum tercemar limpasan kegiatan pertanian, perkebunan maupun limbah organik rumah tangga. Nilai tertinggi pada penelitian ini didapatkan pada stasiun 4, nilai tersebut disebabkan karena tata guna lahan di sekitar stasiun berupa perkebunan dan pemukiman yang diduga menyumbang

padatan terlarut yang masuk ke badan sungai melalui limpasan perkebunan dan limbah organik rumah tangga, serta adanya bendung pada stasiun 4 sehingga menghasilkan pengadukan di bagian bawah bendung dimana merupakan titik pengampilan sampel. Jenis penggunaan lahan ini memungkinkan terjadinya erosi partikel tanah berukuran suspensi yang kemudian masuk ke sungai dan meningkatkan konsentrasi padatan tersuspensi dalam air sungai.

TSS dapat dipengaruhi oleh kedalaman, lebar sungai, kecepatan arus sungai, substrat dasar sungai, limpasan kegiatan pertanian atau perkebunan dan limbah organik rumah tangga. Konsentrasi TSS yang berlebihan merupakan penyebab utama rendahnya mutu perairan. Parameter kualitas air lain yang juga mengindikasikan keberadaan sedimen adalah kekeruhan. Keterkaitan nilai kekeruhan dan konsentrasi TSS di perairan sangat bervariasi. Masukan TSS yang tinggi ke perairan dapat meningkatkan nilai kekeruhan sehingga mempengaruhi kehidupan biota akuatik termasuk makroinvertebrata. Penetrasi cahaya ke dalam badan air akan berkurang sehingga menghambat proses fotosintesis dan menurunkan produktifitas perairan (Rahman, 2017). Terjadi peningkatan nilai pada minggu ke-2 disebabkan karena pengambilan air sampel yang dilakukan pada titik berbeda tiap minggu nya, sehingga memungkinkan terjadi perbedaan masukan air yang terambil.

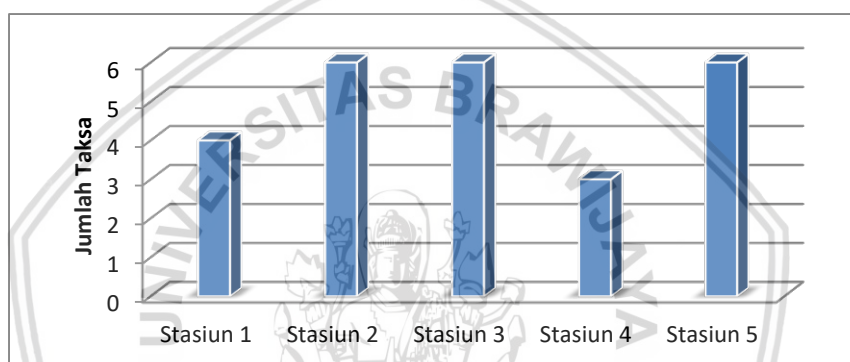
Berdasarkan PP Nomor 82 Tahun 2001, nilai baku mutu total padatan terlarut untuk klasifikasi mutu air kelas II yaitu kurang dari 50 mg/L. Secara keseluruhan TSS perairan pada stasiun penelitian ini mengalami kenaikan dan penurunan yang signifikan namun masih dibawah nilai baku mutu yang ditetapkan, kecuali pada stasiun 4 pada minggu kedua yang melebihi nilai baku mutu. Nilai TSS pada stasiun 4 pada minggu kedua telah melebihi baku mutu, diduga karena limbah organik pemukiman, terbatasnya kemampuan vegetasi di sekitar stasiun

untuk menahan sedimen dari daratan yang masuk ke badan air, dan pengaruh cuaca hujan saat pengambilan sampel yang menyebabkan pengadukan.

4.6 Makroinvertebrata

4.6.1 Komposisi Makroinvertebrata

Pengambilan sampel makroinvertebrata di Sungai Brantas Hulu dilakukan pada tanggal 11, 18, dan 25 Maret 2018 yang masing-masing jumlah taksa pada tiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 22.



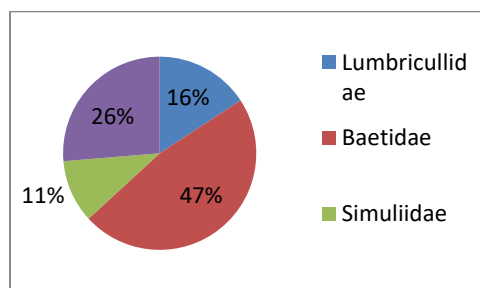
Gambar 15. Jumlah Taksa per Stasiun di Sungai Brantas Hulu pada Maret

Hasil identifikasi makroinvertebrata ditemukan 8 taksa yang merupakan anggota dari 6 ordo (Lumbricullidae, Ephemeroptera, Diptera, Planaria, Coleoptera, Trichoptera) dan 3 Kelas (Oligochaeta, Turbellaria dan Insekta). Jenis makroinvertebrata yang ditemukan hampir di semua stasiun didominasi oleh famili Baetidae, Hydropsychidae, Hydrophilidae, Simuliidae dan Chironomidae. Tipe substrat pada seluruh stasiun berupa batuan besar, kerikil dan sedikit pasir. Menurut Morley *et al.* (2008), perbedaan substrat berpengaruh pada tingkat kestabilan komposisi makroinvertebrata pada suatu jenis tertentu. Makroinvertebrata dari famili Ephemeroptera dan Trichoptera lebih stabil populasinya pada sedimen kasar seperti bebatuan dan kerikil. Nilai kepadatan relatif makroinvertebrata ditunjukkan pada Lampiran 4.

Ordo makroinvertebrata yang memiliki jumlah tertinggi didapat pada ordo Ephemeroptera taksa Baetidae (stasiun 3 dan stasiun 5), ordo Trichoptera taksa Hydropsychidae (stasiun 4 dan stasiun 5), dan dari ordo Coleoptera Hydrophilidae (stasiun 5). Menurut Bouchard (2012), Trichoptera merupakan jenis makroinvertebrata paling banyak di perairan lotik. Trichoptera (*caddis fly*) memiliki peranan penting dalam ekosistem akuatik karena dapat memproses bahan organik dan merupakan sumber makanan bagi ikan. Ordo makroinvertebrata yang memiliki jumlah individu terendah dari keseluruhan stasiun didapat pada ordo Lumbricullida dan Diptera (Chironomidae).

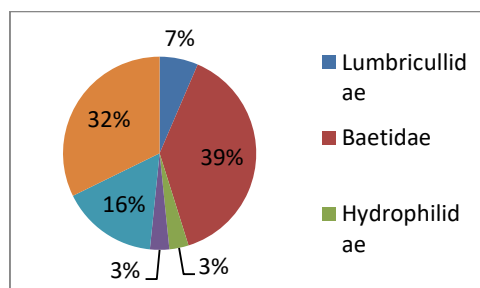
Jumlah famili terendah didapat pada penelitian ini adalah pada stasiun 4 dengan jumlah 3 famili. Famili yang ditemukan pada stasiun 4 meliputi Lumbricullidae, Chironomidae, dan Hydropsychidae. Salah satu famili yang paling berlimpah di stasiun ini adalah Hydropsychidae. Menurut Highler dan Tolkamp (1982), *H. pellucidula* hidup pada kondisi perairan yang berarus deras dengan substrat yang keras. Spesies ini memiliki tingkat toleransi pencemaran organik yang cukup tinggi dan kadar oksigen perairan yang rendah.

Jumlah famili tertinggi didapat pada stasiun 2, 3, dan 5 sebanyak 13 famili, dengan jumlah individu masing-masing stasiun secara berurutan yaitu 62, 162, dan 226 ind/1,5m². Famili yang ditemukan pada stasiun 2 antara lain Lumbricullidae, Baetidae, Hydrophilidae, Simuliidae, Chironomidae, dan Hydrosychidae. Famili yang ditemukan pada stasiun 3 antara lain Psychomyiidae, Baetidae, Planaridae, Simuliidae, Chironomidae, dan Hydrosychidae. Famili yang ditemukan pada stasiun 5 antara lain Lumbricullidae, Baetidae, Hydrophilidae, Simuliidae, Chironomidae, dan Hydrosychidae. Menurut Odum (1993), batu pipih dan batu kerikil merupakan lingkungan yang baik bagi makroinvertebrata.



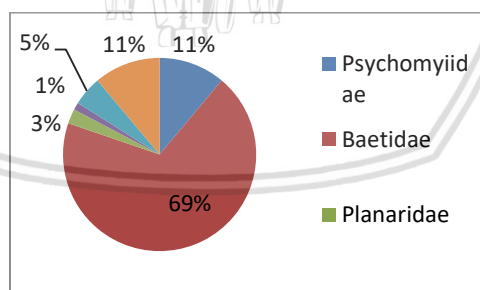
Gambar 24. KR (%) Makroinvertebrata Sungai Brantas Hulu Coban Talun

Kepadatan makroinvertebrata tertinggi pada stasiun 1 adalah Baetidae yang berjumlah 6 ind/1,5m² dengan kepadatan relatif 47,37%, sedangkan jenis makroinvertebrata yang memiliki kepadatan terendah yaitu Simuliidae yang berjumlah 1 ind/1,5m² dengan kepadatan relatif 10,53%. Hal tersebut dikarenakan kondisi substrat yang cenderung berpasir dan kandungan bahan organik yang cukup tinggi. Menurut Voshell (2002), *black fly larva* dapat ditemukan pada perairan lotik baik yang berarus deras maupun lambat. Simuliidae hidup menempel pada bebatuan, puing-puing kayu, tumbuhan maupun benda padat lainnya yang stabil di dalam air. Jenis makroinvertebrata ini juga dapat menempel pada sampah padat seperti plastik yang dibuang ke perairan, sehingga keberadaan larva ini sering dijadikan indikator adanya perubahan kondisi perairan akibat polusi. Kemudian famili Chironomidae yang berjumlah 3 ind/1,5 m² dengan kepadatan relatif 26,32 %. Menurut Voshell (2002), Chironomidae lebih banyak ditemukan pada perairan yang memiliki sedimen yang lebih halus seperti pasir dan lumpur. Makroinvertebrata jenis ini sangat toleran terhadap zat toksik serta kondisi oksigen yang rendah pada perairan. Keberadaan Chironomidae seringkali dijadikan indikasi untuk menentukan seberapa besar pencemaran pada perairan tersebut yang dilihat dari kelimpahannya.



Gambar 25. KR (%) Makroinvertebrata Sungai Brantas Hulu Dusun Kekep

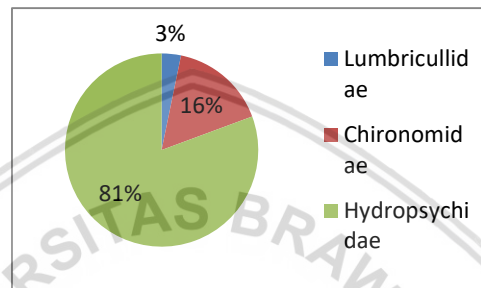
Kepadatan makroinvertebrata tertinggi pada stasiun 2 adalah Baetidae yang berjumlah 9 ind/1,5m² dengan kepadatan relatif 39%, sedangkan makroinvertebrata yang memiliki kepadatan terendah yaitu Hydrophilidae dan Simuliidae yang berjumlah 1 ind/1,5m² dengan kepadatan relatif 3,23%. Hal tersebut dikarenakan kondisi substrat yang cenderung berbatu. Menurut Hawking and Smith (1997), Baetidae suka hidup diantara bebatuan dan vegetasi air. Salah satu famili yang paling berlimpah di stasiun ini adalah Hydropsychiidae. Menurut Highler dan Tolkamp (1982), *H. pellucidula* hidup pada kondisi perairan yang berarus deras dengan substrat yang keras. Spesies ini memiliki tingkat toleransi pencemaran organik yang cukup tinggi dan kadar oksigen perairan yang rendah.



Gambar 26. KR (%) Makroinvertebrata Sungai Brantas Hulu Dusun Ngesong

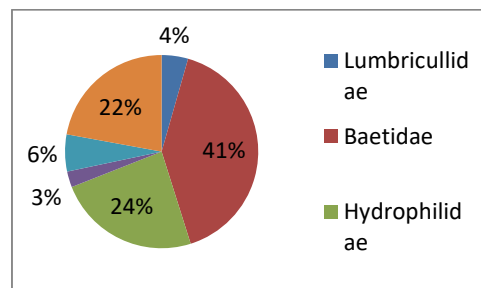
Kepadatan makroinvertebrata tertinggi pada stasiun 3 adalah Baetidae yang berjumlah 37 ind/1,5m² dengan kepadatan relatif 69,14%, sedangkan makroinvertebrata yang memiliki kepadatan terendah yaitu Simuliidae berjumlah 1

ind/1,5m² dengan kepadatan relatif 1,23%. Hal tersebut dikarenakan kondisi substrat yang cenderung dipenuhi tumbuhan air di tepi stasiun. Menurut Hawking and Smith (1997), Baetidae suka hidup diantara bebatuan dan vegetasi air, kebanyakan hidup pada perairan yang berarus sedang. Mereka dapat ditemukan pada tanaman air dan bagian akar tanaman maupun ranting-ranting kecil pada perairan.



Gambar 27. KR (%) Makroinvertebrata Sungai Brantas Hulu Dusun Kungkuk

Kepadatan makroinvertebrata tertinggi pada stasiun 4 adalah Hydropsychidae yang berjumlah 33 ind/1,5m² dengan kepadatan relatif 80,65 %. Keberadaan Chironomidae cukup banyak di stasiun 4 sebanyak 7 ind/1,5m² dengan kepadatan relatif 16,13 %, dan Lumbricullidae sejumlah 1 ind/1,5 m² dengan kepadatan relatif 3,23%, karena terdapat adanya buangan limbah dari bendung serta banyaknya seresah dan lumpur sebagai tempat berlindung di stasiun tersebut. Menurut Hawking and Smith (1997), Diptera (Chironomidae) adalah jenia makroinvertebrata yang lebih suka hidup di substrat lumpur.



Gambar 28. KR (%) Makroinvertebrata Sungai Brantas Hulu Dusun Sidomulyo

Kepadatan makroinvertebrata tertinggi pada stasiun 5 adalah Baetidae yang berjumlah 31 ind/1,5m² dengan kepadatan relatif 40,71%, sedangkan jenis makroinvertebrata yang memiliki kepadatan terendah yaitu Simuliidae yang berjumlah 2 ind/1,5m² dengan kepadatan relatif 2,65 %. Menurut Voshell (2002), *black fly larva* hanya dapat ditemukan pada perairan lotik baik yang berarus deras maupun lambat. Simuliidae hidup menempel pada bebatuan, puing-puing kayu, tumbuhan maupun benda padat lainnya yang stabil di dalam air. Jenis makroinvertebrata ini juga dapat menempel pada sampah padat seperti plastik yang dibuang ke perairan, sehingga keberadaan larva ini sering dijadikan indikator adanya perubahan kondisi perairan akibat polusi. Menurut Ward (1992) dalam Mahajeno *et al.* (2001), Coleoptera merupakan ordo makroinvertebrata yang menjadi indikator perairan bersih. Larva ordo ini dicirikan hidup pada air dingin yang mengalir dan jernih dengan substrat dasar berbatu. Ordo Coleoptera memiliki jumlah tertinggi kedua pada stasiun 5 sebesar 18 ind/1,5m² dengan kepadatan relatif 23,9 % dengan famili dari Hydrophilidae. Larva Coleoptera memiliki kebiasaan makan yang beragam, kebanyakan merupakan predator, baik larva ataupun dewasa.

Keberadaan Coleoptera dengan jumlah yang cukup banyak menandakan adanya kualitas lingkungan yang baik pada stasiun 2. Namun hal itu juga dipengaruhi dengan kehadiran makroinvertebrata dari ordo lainnya seperti Oligochaeta maupun Diptera yang biasa ditemukan pada perairan tercemar, famili Chironomidae yang berjumlah 5 ind/1,5 m² dengan kepadatan relatif 6,19 % dan Lumbricullidae yang berjumlah 3 ind/1,5 m² dengan kepadatan relatif 4,42 %. Menurut Voshell (2002), Chironomidae sangat toleran terhadap zat toksik serta kondisi oksigen yang rendah pada perairan. Keberadaan Chironomidae seringkali dijadikan indikasi untuk menentukan seberapa besar pencemaran pada perairan tersebut yang dilihat dari kelimpahannya.

Lumbricullidae ditemukan pada stasiun 1, stasiun 2, stasiun 4, dan stasiun 5, dan pada stasiun-stasiun tersebut memiliki persamaan substrat dasar yaitu berpasir. Baetidae dan Simuliidae ditemukan di stasiun 1, 2, 3, dan 5, kedua jenis makroinvertebrata tergolong memiliki toleransi yang tinggi terhadap pencemaran, lebih stabil hidup pada lingkungan bersedimen batuan dan kerikil karena senang di bebatuan dan vegetasi air, bahkan menempel pada limbah plastik, sehingga terkadang dijadikan indikator adanya masukan limbah, dan biasa ditemukan pada perairan berarus sedang, Baetidae dan Simuliidae tidak ditemukan pada stasiun 4 karena diketahui pada titik pengambilan sample di stasiun 4 memiliki arus yang sangat deras dan substrat dasarnya cenderung berlumpur. Chironomidae ditemukan di semua titik stasiun, dengan nilai pada indeks BMWP yaitu 1, jenis makroinvertebrata ini diketahui memiliki tingkat toleransi tinggi terhadap pencemaran. Hydropsychidae ditemukan pada stasiun 2,3, 4 dan 5, diketahui makroinvertebrata jenis ini habitatnya di perairan cenderung berarus deras dengan substrat yang keras, kadar oksigen terlarut rendah, maka itu disebut memiliki tingkat toleransi cukup tinggi terhadap pencemaran, Hydropsychidae tidak ditemukan di stasiun 1 dikarenakan pada stasiun ini memiliki tipe substrat pasir halus dan berarus lambat, serta rata-rata nilai kandungan oksigen terlarut yang tinggi. Hydrophilidae ditemukan pada stasiun 2 dan 5, jenis makroinvertebrata ini merupakan indikator perairan bersih, biasa hidup di air yang suhunya rendah dan substrat berbatu, hal itu sesuai dengan kondisi pada stasiun 2 dan stasiun 5 yang memiliki substrat berbatu-batu. Psychomyiidae ditemukan di stasiun 1 dan stasiun 3, jenis ini memiliki nilai indeks BMWP yang tinggi yaitu 8, mengindikasikan perairan yang bersih, dan jenis ini diketahui memiliki peran penting dalam ekosistem yaitu dalam memproses bahan organik dan merupakan sumber makanan bagi ikan, hal ini sesuai dengan kondisi pengamatan pada stasiun 1 dan 3 yang kandungan bahan organik totalnya masih cukup tinggi.

4.6.2 Analisis Indeks Mod-BMWP (*Biological Monitoring Working Party*)

Hasil analisis makroinvertebrata menggunakan indeks BMWP dan dilakukan perhitungan menggunakan ASPT diperoleh hasil 2,67 – 4,83. Hasil ini menggambarkan kondisi perairan pada Sungai Brantas Hulu Kecamatan Bumiaji adalah kotor sampai cukup bersih dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Analisis BMWP-ASPT

Stasiun	Jumlah Taksa	Jumlah Skor BMWP	ASPT	Interpretasi
1	4	12	3	Buruk
2	6	22	3,67	Buruk
3	6	29	4,83	Sedang
4	3	8	2,67	Buruk
5	6	22	3,66	Buruk

Kondisi perairan kotor terletak pada stasiun 1, 2, 4, dan 5 dengan nilai 2,67 sampai 3,67. Stasiun 1 terletak pada daerah wisata coban talun, stasiun 2 pada daerah dekat perkebunan dan kegiatan warga (warung makan), stasiun 4 terletak pada daerah perkebunan dan dekat pemukiman warga, dan stasiun 5 berada tepat di bawah jembatan titik pantau 5 Sungai Brantas Hulu. Berbagai perubahan tataguna lahan tersebut membuat perubahan kualitas air dan organisme yang tinggal di dalamnya. Kondisi perairan cukup bersih terletak pada stasiun 3, dengan nilai 4,83. Hasil perhitungan ASPT yang menunjukkan nilai perairan sedang (>4,5) karena ditemukan Hydropsychidae dan Psychomyiidae.

Ditemukan makroinvertebrata dari jenis Chironomidae yang mengindikasikan perairan tercemar Sungai Brantas Hulu. Berdasarkan hasil modifikasi indeks BMWP diperoleh status kesehatan Sungai Brantas Hulu di 5 titik penelitian. Hal ini ditunjukkan dengan adanya perbedaan hasil indeks BMWP yang disebabkan aktivitas manusia. Hasil yang ditunjukkan pada stasiun 1,2,4 dan 5 yang memiliki tata guna lahan daetah pertanian, pariwisata dan pemukiman adalah

perairan buruk atau tercemar. Pada stasiun 3 dengan tata guna lahan perkebunandan daerah hutan bambu tegolong perairan cukup bersih.

Pada stasiun 1 (lihat Lampiran 2) tata guna lahannya dominan masih berupa hutan dan vegetasi / semak, diduga bahwa pencemaran yang terjadi disebabkan oleh limpasan kegiatan pertanian. Pada stasiun 2 penelitian ini tata guna lahannya dominan berupa pertanian, diduga bahwa pencemaran yang terjadi pada stasiun ini disebabkan oleh limbah domestik rumah makan dan limpasan pupuk pertanian. Pada stasiun 3 penelitian ini tata guna lahannya dominan berupa perkebunan, pencemaran yang terjadi pada stasiun ini disebabkan oleh limpasan pupuk perkebunan. Pada stasiun 4 penelitian ini tata guna lahannya dominan berupa pemukiman dan di halaman belakang perumahan juga terdapat kebun bunga, pencemaran yang terjadi pada stasiun ini disebabkan oleh limbah domestik rumah tangga dan limpasan kegiatan perkebunan bunga. Pada stasiun 5 penelitian ini tata guna lahannya dominan berupa perkebunan. Tingginya skor kualitas air dipengaruhi oleh kegiatan perkebunan jeruk di sekitar stasiun penelitian, pencemaran yang terjadi pada stasiun ini disebabkan oleh limpasan pupuk perkebunan. Dari nilai indeks BMWP-ASPT diperoleh hasil 2,67 – 4, 83 dapat disimpulkan bahwa pada seluruh stasiun penelitian ini kualitas airnya adalah kotor sampai cukup bersih, tidak memenuhi baku mutu kualitas air kelas II, sehingga untuk pemanfaatan yaitu prasarana/sarana rekreasi air dan kegiatan pembudidayaan ikan air tawar diperlukan pengolahan terlebih dahulu.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diatas dapat ditarik kesimpulan antara lain:

1. Status kualitas air di Sungai Brantas Hulu tergolong tercemar ringan dengan nilai ASPT sebesar 2,67 – 4,83. Nilai ASPT tertinggi didapat pada stasiun 3, sedangkan nilai ASPT terendah didapat pada stasiun 4. Hasil analisis BMWP berdasarkan skor dari makroinvertebrata yang diperoleh pada stasiun 1, 2, 3, 4 dan 5.
2. Komposisi makroinvertebrata yang ditemukan di Sungai Brantas Hulu pada 5 stasiun pengamatan diantaranya yaitu dari 3 kelas (Oligochaeta, Turbellaria dan Insekta), 6 ordo (Lumbricullidae, Ephemeroptera, Diptera, Planaria, Coleoptera, Trichoptera) yang terdiri dari 8 famili (Lumbricullidae, Psychomiidae, Baetidae, Hydrphilidae, Planaridae, Simuliidae, Hydropsychidae, Chironomidae).

5.2 Saran

Saran yang diperoleh dari penelitian diatas adalah

1. Perlu adanya penelitian selanjutnya mengenai makroinvertebrata di Sungai Brantas Hulu dengan metode analisis dan parameter pencemaran yang lain, serta jangkauan wilayah administrasi yang lebih luas tidak hanya di satu kecamatan.
2. Pemerintah Kota Batu dan Pemprov Jatim diharapkan lebih memperhatikan dalam hal pengelolaan lingkungan Sungai Brantas dengan melakukan monitoring sungai lebih intens serta meningkatkan kesadaran masyarakat yang tinggal di bantaran sungai maupun wisatawan yang berkunjung dalam menjaga lingkungan perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningsih, Dyah., S.B. Sasongko dan Sudarmo. 2012. Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal. *Jurnal PRESIPITASI*. 9(2): 64-71.
- Arisandi, P. 2012. Pengukuran kualitas air hulu daerah aliran sungai kali brantas berdasarkan keragaman taksa ephemeroptera, plecoptera, and trichoptera. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa*.
- Astrini, A. D. R., M. Yusuf dan A. Santoso. 2014. Kondisi perairan terhadap struktur komunitas makrozoobenthos di muara sungai karanganyar dan tapak, kecamatan tugu, semarang. *Journal Of Marine Research*. 3 (1): 27 – 36.
- Aziz, A., S.Y. Wulandari., L. Maslukah. 2014. Sebaran Konsentrasu Ortofosfat di Lapisan Permukaan Perairan Pelabuhan Perikanan Nusantara Pengambangan dan Estuari Perancak, Bali. *Jurnal Oseaografi*. 3 (4) : 713-721.
- Azwir. 2006. Analisa Pencemaran Air Sungai Tapung Kiri oleh Limbah Industri Kelapa Sawit PT. Peputra Masterindo di Kabupaten Kampar. Tesis. Program Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro Semarang.
- Barus, T.A., 2003. Pengantar Limnologi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Bouchard, R.W. Jr. 2012. Guide to Aquatic Invertebrate Families of Mongolia. University Of Minnesota. Saint Paul, Minnesota, USA.
- Boyd, J.H. 1982. Water Quality in Warm Water Fish Ponds. Auburn University. Alabama.
- Brotowidjoyo, M.D, Dj. Tribawono, E. Mulbyantoro. 1995. Pengantar Lingkungan Perairan dan Budidaya Air. Liberty, Yogyakarta.
- Cota, L., M. Goulart., P. Moreno dan M. Callisto. 2002. Rapid Assesment of River Water Quality Using an Adapted BMWP Index: a Practical Tool to Evaluate Ecosystem Health. *Verh. Internat. Verein. Limnol* 28: 1-4.
- Darmawan, D. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung. PT.Remaja Rosdakarya.
- Dwitawati, D. A., A. Sulistyarsi dan J. Widiyanto. 2015. Biomonitoring kualitas air sungai gandong dengan bioindikator makroinvertebrata sebagai bahan petunjuk praktikum pada pokok bahasan pencemaran lingkungan smp kelas vii. *Jurnal Florea*. 2 (1) : 41-46.
- Effendie, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.

- Fisesa, E. D., I. Setyobudiandi dan M. Krisanti. 2014. Kondisi perairan dan struktur komunitas makrozoobentos di sungai belumai kabupaten deli serdang provinsi sumatera utara. *Depik*. 3 (1) :1-9
- Google Earth. 2018. Diakses pada tanggal 2 April 2018.
- Hakim, A.R.W. dan Y. Trihardiningrum. 2012. Studi Kualitas Air Sungai Brantas Berdasarkan Makroinvertebrata. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 1(1): 1-6.
- Hariyadi, S., Suryadiputra dan B. Widigdo. 1992. Limnologi Metode Kualitas Air. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hasan, I. 2002. Analisis Data Penelitian dengan Statistik., PT. Bumi Aksara. Jakarta.
- Hawking and F. J Smith. 1997. Colour guide to invertebrates of australian inland water. Identification Guide Freshwater Ecology. Murray Darling Freshwater Research Centre. PO BOX 921 Albury.
- Hidayat, M.R. 2014. "Bioassessment" Anak-Anak Sungai Menggunakan Makroinvertebrata di Kecamatan Bumiaji Kota Batu Jawa Timur. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Tidak Diterbitkan.
- Highler, L.W.G dan H.H. Tolkamp. 1982. Hydropsychidae As Bio-Indicators. *Environmental Monitoring and Assessment*. 3:331-341.
- Hynes, H. B. N. 1963. The biology of polluted waters. Second Edition. Liverpool University Press.
- Hynes, H. B. N. 1972. The ecology of running water. Second Edition. University of Toronto Press.
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2003. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 115 Tahun 2003 Pedoman Penentuan Status Mutu Air*. Kementrian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. Jakarta.
- Kordi, K.M.G.H dan A.B. Tancung. 2010. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Lensun, M. dan S. Tumembouw. 2013. Tingkat Pencemaran Air Sungai Tondano di Kelurahan Ternate Baru Kota Manado. *E-Journal Budidaya Perairan*. 1 (2) : 43 – 48.
- Lumbantobing, S. 1996. Kelimpahan dan Distribusi Spasial Makrozobentos pada Sungai Sejong, Tongoloka, dan Tatar di Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat. Skripsi. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor.
- Mahajoeno, Edwi., M. Efendi dan Ardiansyah. 2001. Keanekaragaman Larva Insekta pada Sungai-sungai Kecil di Hutan Jobolarangan. *BIODIVERSITAS*. 2(2): 133-139.

- Musthofa, Aqil., M.R. Muskananfolo dan S. Rudiyanti. 2014. Analisis Struktur Komunitas Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Diponegoro Journal Of Maquares*. 3(1): 81-88.
- Mustofa, A. 2015. Kandungan nitrat dan pospat sebagai faktor tingkat kesuburan perairan pantai. *Jurnal DISPROTEK*. 6 (1) : 13-19.
- Ningsih, Ellis N., F. Supriyadi dan S. Nurdawati. 2013. Pengukuran dan Analisis Nilai Hambur Balik Akustik untuk Klasifikasi Dasar Perairan Delta Mahakam. *J. Lit. Perikan. Ind*. 19(3): 139-146.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Edisi ketiga. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
- Patty, S. I. 2013. Distribusi Suhu, Salinitas dan Oksigen Terlarut di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. 1 (3): 148-157
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah Nomor: 82 Tahun 2001 (PP82/2001) Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta.
- Purba, D. K., P. W. Purnomo dan M. R. Muskananfolo. 2015. Analisis Kesuburan Perairan Sekitar Muara Sungai Tuntang, Morodemak Berdasarkan Hubungan Antara Nilai Produktivitas Primer dengan NO_3 dan PO_4 . *Diponegoro Journal of Maquares*. 4 (1) : 19-24.
- Rahayu, S., R. H. Widodo., M. V. Noordwijk., I. Suryadi dan B. Verbist. 2009. Monitoring air di daerah aliran sungai. Bogor. World Agroforestry Centre Southeast Asia Regional Office. Hlm 104.
- Rahman, A. 2017. Penggunaan indeks bmwp-aspt dan parameter fisika-kimia untuk menentukan status kualitas sungai besar kota banjarbaru. *Biodidaktika*. 12 (1)
- Rumahlatu, D. 2012. Biomonitoring : sebagai alat asesmen kualitas perairan akibat logam berat kadmium pada invertebrata perairan. *SA/INSTIS*. 1 (1) : 10 – 34.
- Rumhayati, B. 2010. Studi Senyawa Fosfat dalam Sedimen dan Air Menggunakan Teknik Diffusive Gradient in Thin Films (DGT). *Jurnal Ilmu Dasar*. 11 (2) : 160-166.
- Salmin. 2000. Kadar Oksigen Terlarut Di Perairan Sungai Dadap, Goba, Muara. Karang Dan Teluk Banten. Dalam : Foraminifera Sebagai Bioindikator Pencemaran.
- Setiarini, Y. R. 2007. Pengelompokan Stasiun Pengamatan Sungai Lajing Berdasarkan Makrozoobentos di Desa Gabugklakah-Duwet Kecamatan Poncokusumo-Tumpang Kabupaten Malang. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Tidak Diterbitkan.
- Silaban, Tio Fanta., L. Santoso dan Suparmono. 2012. Dalam Peningkatan Kinerja Filter Air Untuk Menurunkan Konsentrasi Amonia pada Pemeliharaan Ikan

- Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 1(1): 47-56.
- Siswanto, A. D. 2009. Kajian *Total Suspended Solid* (TSS) di Perairan Pantai Kecamatan Kwanyar, Bangkalan. SENTA. ITS.
- Situmorang, S. H., I. Muda., D. M. J. Dalimunthe., Fadli dan F. Syarief. 2010. Analisis Data : untuk Riset Manajemen dan Bisnis. Medan: USU Press.
- Slamet, B., I.W. Arthana dan I.W.B. Suyasa. 2008. Studi Kualitas Lingkungan Perairan di Daerah Budidaya Perikanan Laut di Teluk Kaping dan Teluk Pegametan, Bali. *Ecotrophic*.3(1):16-20.
- Soegianto, Agoes. 2010. Ekologi Perairan Tawar. Airlangga University Press. Surabaya.
- Sudarso, Yoyok., Y. Wardianto dan I. Sualia. 2008. Pengaruh Kontaminasi Logam Berat Di Sedimen Terhadap Komunitas Bentik Makroavertebrata: Studi Kasus Di Waduk Saguling-Jawa Barat. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 15(1): 49-59.
- Sudrajat, A. Dan A. Bintoro. 2016. Pengukuran Konsentrasi Ortofosfat Di Danau Tondano. Buletin tekniklitkayasa. Vol. 14 (2): 127-133.
- Suprpto, 2011. Metode Analisis Parameter Kualitas Air Untuk Budidaya Udang. Shrimp Club Indonesia.
- Susana, Tjutju. 2004. Sumber Polutan Nitrogen Dalam Air Laut. *Oseana* 29 (3): 25 – 33.
- Suwono, Hadi. 2012. Limnologi: Konsep Dasar dan Pembelajarannya. Bayumedia Publisng. Malang.
- Tarigan, M. S dan Edward. 2003. Kandungan total zat padat tersuspensi (*total suspended solid*) di perairan raha, sulawesi tenggara. *Makara Sains*. 7 (3) : 109-119.
- Tjokrokusumo, S.W. 2006. Bentik Makroinvertebrata sebagai Bioindikator Polusi Lahan Perairan. *Jurnal Hidrosfir*. 1 (1) : 8 – 20.
- Ulqodry, T. Zia, Yulisman, M. Syahdandan Dan Santoso. 2010. Karakteristik Dan Sebaran Nitrat, Fosfat, Dan Oksigen Terlarut Di Perairan Karimun Jawa, Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Sains*. Volume 13 No.1 (D): 13109.
- Usman, W. S. 2015. Bakteri Asosiasi Karang Yang Terinfeksi Penyakit Brown Band (BRB) Di Perairan Pulau Barranglombo Kota Makassar. Skripsi.Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Vannote, R.L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J.R. Sedell and E. Crusing. 1980. The River Continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci*. 37 : 130 – 137.

- Voshell, J. Resse. 2002. A Guide to Common Freshwater Invertebrate in North America. The McDonald and Woodward Publishing Company. Granville, Ohio.
- Widiyanto, J dan A. Sulistyarsi. 2016. Biomonitoring kualitas air sungai madiun dengan bioindikator makroinvertebrata. *Jurnal LPPM*. 4 (1)
- Wijaya, H.K. 2009. Komunitas Perifiton dan Fitoplankton serta Parameter Fisika Kimia Perairan sebagai Penentu Kualitas Air di Bagian Hulu Sungai Cisadane, Jawa Barat. Skripsi IPB.
- Yunitawati., Sunarto dan Z. Hasan. 2012. Hubungan Antara karakteristik Substrat dengan Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Sungai Cantigi, Kabupaten Indramayu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 3(3): 221-227.

